Das populäre Magazin für Astronomie und Raumfahrt

Spektrum DER WISSENSCHAFT

ASTRONOMIE HEUTE

SKY & TELESCOPE DEUTSCHE AUSGABE

WWW.ASTRONOMIE-HEUTE.DE

Januar/Februar
1-2 / 2006
€ 6,50 / sFr 12,50

KOSMISCHE INFLATION

Warum das Universum nach dem Urknall so extrem schnell expandierte

DAS GRÖSSTE TELESKOP DER WELT

Auger-Observatorium misst kosmische Strahlung

GO-TO-FERNROHRE

Welches Computerteleskop für Sie das richtige ist

60463

NEU IM HEFT

Für kleine Weltraumforscher: Lunic und Sonja erklären das All

NEW HORIZONS

Nasa-Raumsonde startet zum Rand des Sonnensystems

02

4 196046 306506

Reinhard Breuer
Chefredakteur

Urknall mit Blähungen

Liebe Leserinnen und Leser,

Als AH-Redakteur Stephan Fichtner kürzlich nach Spanien fuhr, um die ringförmige Sonnenfinsternis am 3. Oktober zu beobachten, waren die Wetterprognosen am Tag vor der Finsternis noch bestens. In dem Städtchen Avila westlich von Madrid schlug er sein Lager auf. Doch am nächsten Morgen um acht Uhr war der Osthorizont noch mit dicken Wolken verhangen. Da zeigte sich, wer starke Nerven hat: Fichtner beschloss, die Stellung auf dem Hotelbalkon zu halten. Ein überstürzter Umzug an andere, vermeintlich bessere Standorte wäre kaum mehr zu schaffen gewesen. Fichtner ging damit ein gewagtes Risiko ein und gewann: Der Himmel riss auf und pünktlich um 9.40 Uhr MESZ trat die Himmelsmechanik sichtbar in Kraft. Vier Minuten lang erlebte unser Redakteur die unwirkliche Dämmerung am hellichten Vormittag. Alle, die es diesmal verpasst haben, müssen sich noch ein paar Monate gedulden. Die nächste Sofi, diesmal sogar total und nicht nur ringförmig, wird am 29. März 2006 von der Westsahara aus über die Südtürkei nach Kasachstan weiterziehen. Antalya wäre im Frühjahr also angesagt – diesmal nicht nur als Urlaubsziel (S. 62)!

CLAUS FRIEDRICH

AH-Redakteur Stephan Fichtner in Avila wenige Minuten vor der Sofi

Die Idee der »kosmischen Inflation« geistert schon seit einem Vierteljahrhundert durch die Gedankenwelt der Kosmologen. Alan Guth, heute Professor am Massachusetts Institute of Technology, sprach Ende der 1970er Jahre von einer exponentiell wachsenden kosmischen Aufblähung (»inflation«), was im deutschen Sprachgebrauch leider eher nach Geldentwertung klingt. Als ich Guth einmal am MIT besuchte und nach seiner Theorie befragte, gestand er, dass er damals noch herzlich wenig von Kosmologie verstand. Denn eigentlich wollte er, wie der Wissenschaftsjournalist Steve Nadis in dieser Ausgabe berichtet, ein ganz anderes Problem lösen.

Aber wie so oft in der Wissenschaft erweisen sich auf einmal Modelle, die für eine ganz spezielle Frage erdacht wurden, als fundamental bedeutsam. 25 Jahre lang haben Theoretiker und Beobachter des Universums mit der Idee der Inflation gehadert und sie in immer neuen Varianten durchgespielt. Eines zeichnet sich ab: Die Inflation scheint den Ursprung des Weltalls geprägt zu haben; doch wie genau – das bleibt vorerst ein Rätsel (S. 24).

Herzlich
Ihr

Reinhard Breuer

INHALT

WISSEN

Astro News 8
Plutomonde, Doppelsterne, Kopernikus, Prometheus u. a.

Vorschau Raumfahrt 12
Die Missionen im Jahr 2006

Kaleidoskop 14
Ein Sternhaufen in der Kleinen Magellanschen Wolke

▶ **New Horizons** 16
Mit ihrer neuen Sonde will die Nasa bis an den Rand des Sonnensystems

▶ **Auger-Observatorium** 20
Die Suche nach kosmischer Strahlung

▶ **Urknall und Inflation** 24
Was geschah in den ersten Sekundenbruchteilen unseres Kosmos?

Funkelnd im Orbit 32
Satelliten können aufregende Beobachtungsziele abgeben

BEOBACHTUNG

Planetarium 41
Der Lauf von Wandelsternen, Sonne und Mond in Januar und Februar

Nahaufnahme 44
Saturn weist Ihnen den Weg zum Sternbild Zwillinge

Deep Sky 46
Erkunden Sie in den langen Nächten das Winterdreieck

Sterntafel 50
Der Nachthimmel in der Übersicht

Südhimmel 52
Im Eldorado auf Goldsuche

Feldstechertipp 55
Regengestirn – die Hyaden im Stier

SZENE

Nachgeschaut 56
Machen Sie mit beim Projekt »Deep-Sky-Objekte zeichnen«

Newcomer 58
Ein bayerischer Amateurastronom schießt erstklassige Sonnenfotos

Unterwegs 62
Die ringförmige Sonnenfinsternis in Spanien

Die auf der Titelseite angekündigten Themen sind mit ▲ gekennzeichnet

Sputnik & Co. 32

Jede Nacht ziehen künstliche Trabanten über uns hinweg – Objekte, die Generationen von Beobachtern nie zu Gesicht bekamen

TITEL

ILLUSTRATION: S & T, CASEY B. REED

Warum ist das All so gleichmäßig? Die Inflation kann es erklären, ist aber alleine nicht ausreichend. Kommt die Stringtheorie zu Hilfe?

New Horizons

Wenn alles klappt, geht die Nasa-Sonde Anfang 2006 auf die lange Reise in den Kuiper-Gürtel. Frühestens 2015 funkt sie dann die ersten klaren Bilder von Pluto und Charon zur Erde

ILLUSTRATION: JHUAPL / SWRI

FZK

Astronomie in der Pampa

In der argentinische Steppe ist das größte Teleskop der Welt entstanden: Mit 1600 Wassertanks sind die Forscher auf der Suche nach kosmischer Strahlung

NASA, JSC

ANDREAS MURNER

Die Sonne im Blick

58

Andreas Murner ist 27 Jahre alt, gelernter Gärtner und einer der besten Astrofotografen Deutschlands

Finsternis über Spanien

Wer am Tag der Deutschen Einheit eine ringförmige Sonnenfinsternis erleben wollte, musste nach Spanien fahren. Ein Reisebericht von Stephan Fichtner

62

AH, STEPHAN FICHTNER

AH, EMDE-GRAFIK

NEU: AH JUNIOR

Mann im Mond

84

Woher kommt der Mann im Mond? Und ist es nicht eher ein Hase oder ein Krokodil? Lunic und Sonja erklären

SZENE

Planetarien 65
Neue Geräte erobern die Kuppeln

Sternwarten 69
Amateurastronomen im Rhein-Main-Gebiet

TIPPS

Glanzlichter 72
Sonne, Mars und Sterne

NEU: Hochglanz 75
Tipps vom Astrofotografen

▶ **Teleskopmarkt** 76
Go-to-Teleskope helfen bei der Orientierung am Nachthimmel

▶ **NEU: Lunic und Sonja** 84
Wie der Mond sein Gesicht bekam

Screenshot 88
Die deutsche Freeware HNSky

Bücher 90
Jahrbücher und Karten im Vergleich

TV & Events 94

3 Editorial • 6 Leserbriefe / Leser fragen – Experten antworten • 97 Kleinanzeigen / Preisrätsel • 98 Vorschau / Impressum

Titelbild: Der frühe Kosmos – nach der inflationären Phase stehen die neu entstandenen Galaxien dicht an dicht

Titel-Illustration: S & T, Casey B. Reed; unten: AH, Emde-Grafik; JHUAPL / SwRI

FRANK HARMETZKY

Neue Galaxie entdeckt? Auch für ganz praktische Zwecke lassen sich astronomische Erkenntnisse erfolgreich verwenden. Das zeigte jüngst unser Leser Frank Harmetzky, dessen Spiralgalaxien-Mosaik seit Kurzem eine Hofeinfahrt schmückt.

Praktische Astronomie

Vielen Dank für Ihr tolles Magazin, das ich seit Kurzem abonniert habe. Ich finde es sehr gut, dass Sie eigentlich in jedem Heft technische Neuheiten vorstellen. Machmal denke ich, was sind Hobbyastronomen doch für pedantische Menschen wie zum Beispiel beim Artikel »Deep-Sky-Objekte zeichnen« in AH 7-8/2005, S. 75! Ich frage mich dann, was kann man denn mit solchen Strichzeichnungen anfangen? Eine Möglichkeit konnte ich in diesem Herbst beruflich umsetzen (Abbildung oben).

Frank Harmetzky, per E-Mail

Signale von der Erde

»Ist da jemand?«, AH 11/2005, S. 60

Wieder einmal wunderte ich mich , dass selbst Prof. Drake nicht feststellte, dass Außerirdische uns eigentlich gar nicht besuchen können! Für alles, das weiter als grob sechzig Lichtjahre von uns entfernt ist, existieren wir schlichtweg noch gar nicht, weil bis dahin noch gar keine Signale von der Erde gekommen sind.

Die Ansprache Hitlers bei den Olympischen Spielen 1936 war die erste weltumspannende Übertragung. Dies sind die ersten Signale, die die Erde verlassen haben und die jetzt gerade mal eine Entfernung von sechzig Lichtjahren zurückgelegt haben. Und in dem Bereich gibt es noch nicht viel »Gescheites«, was uns antworten könnte.

Wilfried Wacker, per E-Mail

Antwort von Rainer Kayser:
Die Sendungen der Menschheit können bislang tatsächlich erst in einem Umkreis von sechzig Lichtjahren empfangen werden. Aber das hindert weiter entfernte außerirdische Zivilisationen natürlich nicht daran, selbst zu senden. Und Drake sucht ja nicht nach einer Antwort auf unsere eigenen Sendungen.

Außerdem kann eine außerirdische Zivilisation natürlich auch die Galaxis kolonisieren und dabei unser Sonnensystem besuchen, ohne zuvor von unserer Existenz zu wissen.

Danke für Rätselpreis

Für die Umwidmung meines Rätselgewinns in einen Besuch bei der Esoc in Darmstadt anlässlich des Starts der Raumsonde Venus Express bedanke ich mich herzlich.

Die Esa riet mir, möglichst bald nach Einlassbeginn zu erscheinen, da eine große Zahl von Besuchern angemeldet sei. Und so war es dann auch. Der Konferenzraum war fast bis auf den letzten Platz besetzt. Es war toll organisiert. Selbst für Frühstück war ausreichend und mehrfach gesorgt.

Der Raum ist optimal mit Audio- und Videotechnik ausgestattet, sodass alles lückenlos übertragen werden konnte. Ab vier Uhr morgens lief das eigentliche Programm. Viele Experten kamen direkt oder per Videoschaltung zu Wort. Da das Unternehmen hundertprozentig erfolgreich ablief, war die Stimmung der Verantwortlichen entsprechend gelöst und glücklich. Die Konferenzsprache war natürlich Englisch. Aber damit hatte ich als Physiker im Ruhestand keinerlei Probleme.

Man gewinnt eine riesige Hochachtung vor einem solchen Weltraumunternehmen, wenn man auch die Vorbereitung des Projekts im Detail vorgeführt bekommt. Ich habe die Veranstaltung jedenfalls mit großer Freude und reichhaltigem Erkenntnisgewinn verlassen.

Siegfried Brauny, Dresden

Dichter und Astronomie

»Sterngucken mit Goethe«
AH 12/2005, S. 62

Im Schillerjahr darf auch einmal gesagt werden, dass die beiden Klassiker eine Abneigung gegen »mathematisch« betriebene Naturwissenschaften hatten und glaubten, sich über deren Vertreter (bis hin zu Newton) in oft recht überheblicher Weise lustig machen zu können. Vielleicht spielt dies auch im Gedicht »An die Astronomen« von Schiller eine Rolle?

Schwatzet mir nicht so viel
von Nebelflecken und Sonnen!
Ist die Natur nur groß,
weil sie zu zählen euch gibt?
Euer Gegenstand ist
der erhabenste freilich im Raume;
aber, Freunde,
im Raum wohnt das Erhabene nicht.

Dr. Peter Gerisch, Mainz-Kastell

Briefe an die Redaktion …

… sind willkommen!

Schreiben Sie an:
ASTRONOMIE HEUTE
Postfach 10 48 40
D-69038 Heidelberg
Fax: 06221 9126-769
E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de

Wir behalten uns vor, Leserbriefe gekürzt zu veröffentlichen.

»Leser fragen – Experten antworten«

Warum kann man Licht als Messmittel für Gravitationswellen verwenden, obwohl es auf die Gravitation genauso reagiert wie Materie und damit wie der Rest eines zur Messung verwendeten Interferometers? Edgar Löhr, Lindau

Eine Gravitationswelle wirkt sich auf ein zweiarmiges Interferometer in der Weise aus, dass sie den einen Detektorarm dehnt, während sie gleichzeitig den anderen staucht. Ziel der Messung ist die Bestimmung des relativen Längenunterschieds der beiden Arme. Der Versuch, ihre Längen mit einem herkömmlichen Lineal zu messen, wäre vergeblich: Es würde sich in gleicher Weise ausdehnen und verkürzen wie der Detektorarm selbst. Zumindest gilt dies für Gravitationswellen mit Frequenzen über fünfzig Hertz, wie sie für die Interferometer wie Ligo, Geo und Virgo relevant sind (AH 9/2005, S. 14).

Die Messung mit Licht basiert auf dem Prinzip einer Längenmessung durch eine Zeitmessung. Um einen Ligo-Detektorarm zu durchlaufen, braucht das Licht eine bestimmte Zeit. Diese ist jedoch um mehr als ein Zehnfaches geringer als die Zeit, die Gravitationswellen mit Frequenzen um ein Kilohertz benötigen, um die Armlänge des Interferometers zu verändern. Für Detektoren wie Ligo, Geo oder Virgo können wir die durch Gravitationswellen hervorgerufenen Effekte, also über den Zeitraum, in dem das Laserlicht zwischen den Spiegeln in den Detektorarmen unterwegs ist, als fast konstant betrachten.

Wenn eine Gravitationswelle den ersten Arm maximal gedehnt hat, ist der zweite maximal gestaucht. Der räumliche Abstand der Spiegel ist dann durch die Wirkung der Gravitationswelle verändert, aber die Lichtgeschwindigkeit behält ihren Wert bei. Die Laufzeit des Lichts durch den verlängerten Arm wird sich folglich vergrößern, während sie sich durch den gestauchten verkürzt.

Zwei Wellenberge, die gemeinsam vom Lichtteiler losliefen und die in Abwesenheit der Gravitationswelle auch wieder gemeinsam am Ausgangsspiegel angekommen wären, treffen nun mit einem zeitlichen Abstand dort ein. Das durch die Überlagerung der beiden Strahlen hervorgerufene Interferenzmuster ist daher ein anderes. Die Auswirkung einer Gravitationswelle lässt sich also mit Licht tatsächlich nachweisen, obwohl dieses wie auch Materie von der Gravitation beeinflusst wird. **>> Reinhard Prix**

Der Autor erforscht Gravitationswellen am Albert-Einstein-Institut in Potsdam.

Zweiarmige Interferometer

wie das deutsch-britische Geo-600-Experiment sollen Gravitationswellen aufstöbern.

AEI / U. HANNOVER, MATHIAS SCHREMPEL

Senden Sie uns Ihre Fragen zu Astronomie und Raumfahrt! Wir bitten Experten um kompetente Antworten und stellen die interessantesten Beiträge vor.

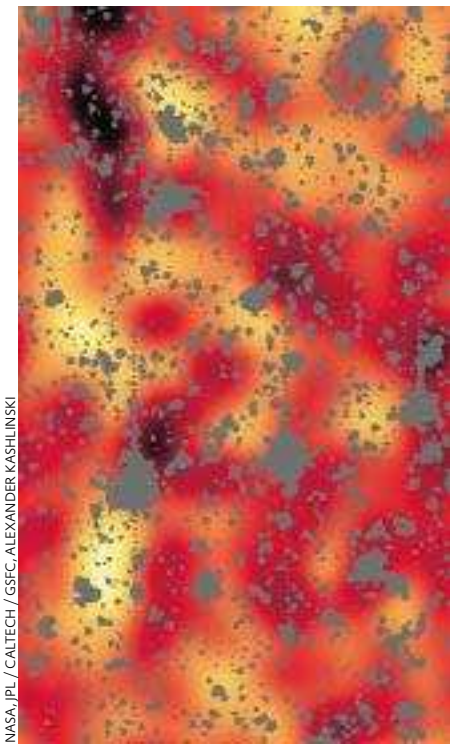
INFRAROTASTRONOMIE

Älteste Sterne?

Mit dem Spitzer Space Telescope haben Forscher die schwache Strahlung von Sternen aus den Kindertagen des Universums beobachtet. Das Team um Alexander Kashlinsky vom Goddard Space Flight Center in Greenbelt, Maryland, hatte das Infrarotteleskop auf einen Himmelsausschnitt im Sternbild Drache gerichtet und ihn zehn Stunden belichtet.

Was dabei herauskam, war ein schwaches, unregelmäßiges Leuchten, das nach Ansicht der Forscher von den ersten Sternen selbst stammt oder aber von Gas, das in die ersten Schwarzen Löcher stürzte. Vermutlich bildeten sich im nur 200 bis 400 Millionen Jahre jungen Universum zunächst lediglich Riesensterne, die hundertmal massereicher waren als die Sonne. Und die bereits nach wenigen Millionen Jahren in Supernovae vergingen.

Die Astronomen sehen mit ihren Beobachtungen Daten des Cobe-Satelliten bestätigt, der in den 1990er Jahren ebenfalls eine infrarote Hintergrundstrahlung aufzeichnete.



NASA, JPL / CALTECH / GSFC, ALEXANDER KASHLINSKI

Diffuse Infrarotstrahlung aus den Kindertagen des Universums: Die Strahlung junger Sterne im Vordergrund wurde mit Grau überdeckt.

SONNENSYSTEM

Neue Plutomonde entdeckt

Der ferne Pluto hat neben Charon zwei weitere Monde.

NASA / ESA / JHU, HAL WEAVER / SWRI, ALAN STERN / HST PLUTO COMPANION SEARCH TEAM

Auf Bildern des Hubble-Weltraumteleskops sind zwei neue Monde des Pluto entdeckt worden. Wie Hal Weaver von dem Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory berichtet, kreisen die beiden nur 50 bis 160 Kilometer großen Brocken etwa zweimal so weit von dem Planeten entfernt wie der 1978 entdeckte, rund 1200 Kilometer große Trabant Charon.

Ganz sicher sind sich die Forscher ihrer Entdeckung bisher aber nicht, weshalb sie das Weltraumteleskop im Februar kommenden Jahres erneut auf den fernen Planeten richten wollen. Erst dann, so hoffen sie, können sie die vorerst als S/2005 P1 und S/2005 P2 bezeichneten Objekte der International Astronomical Union (IAU) melden, die den Monden sodann eingängige Namen geben wird.

Pluto wurde 1930 von Clyde Tombaugh (1906–1997) entdeckt und von der IAU nach dem römischen Gott der Unterwelt benannt. Damit ist Pluto offiziell ein Planet. Da er Teil des Kuiper-Gürtels ist, zweifeln manche Forscher jedoch daran. Sie fordern, den Begriff abzuschaffen und stattdessen neue Bezeichnungen einzuführen (siehe Artikel S. 16).

Pluto kreist in knapp 250 Jahren einmal um die Sonne. Auf seinem stark exzentrischen Umlauf kreuzt er die Neptunbahn und ist der Sonne für etwa zwanzig Jahre näher als der Gasriese. Dies wird im September 2226 erneut geschehen.

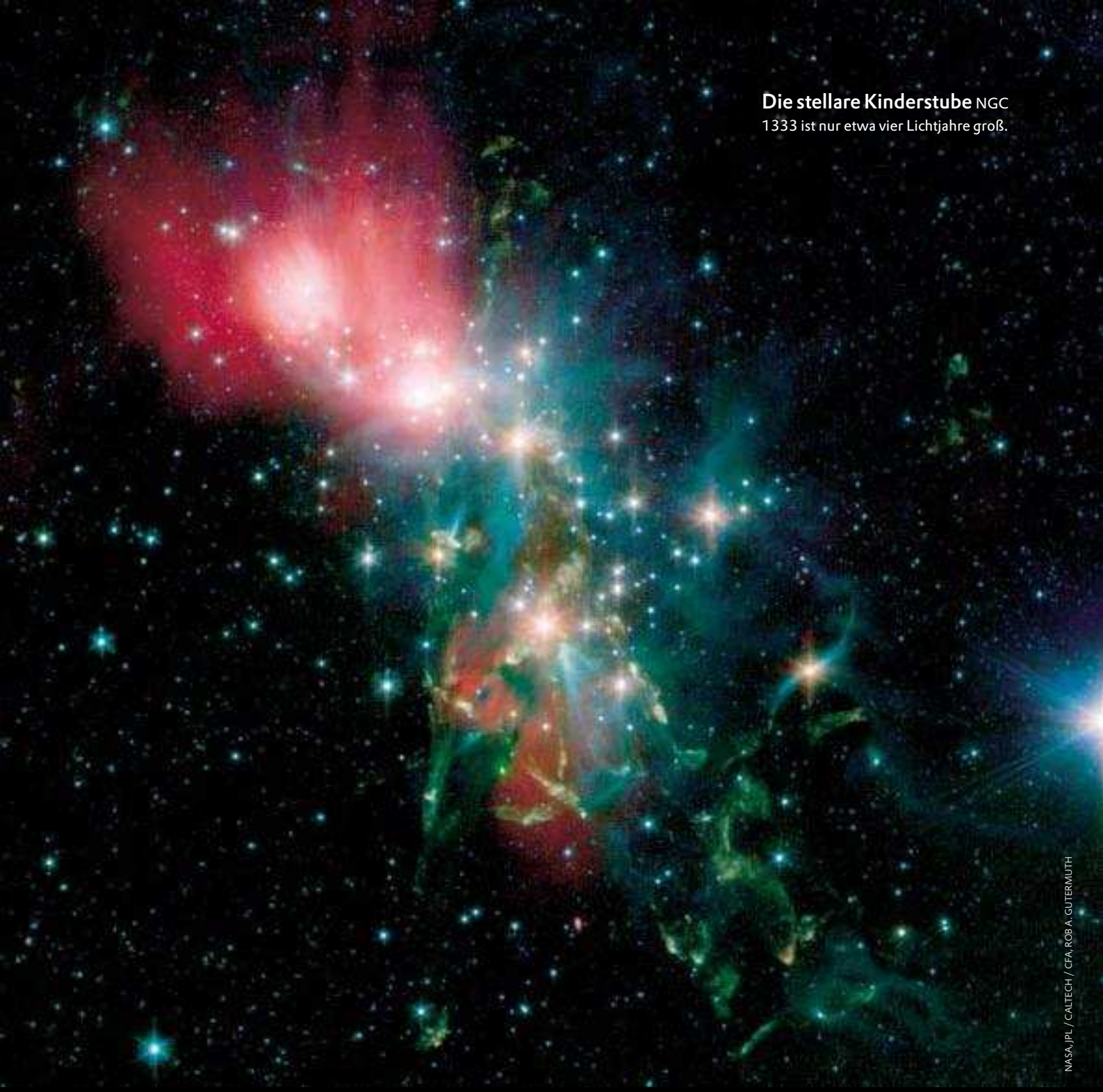
STERNKLASSEN

Fremdartige Doppelsterne

Der Gammastrahlensatellit Integral der Europäischen Weltraumorganisation Esa hat eine neue Klasse von Doppelsternen entdeckt. Sie setzen sich aus einem sehr kompakten Himmelskörper – einem Schwarzen Loch oder einem Neutronenstern – und einem leuchtstarken Überriesen zusammen.

Der kompakte Körper produziert dabei fortlaufend energiereiche Röntgenausbrüche, deren Intensität innerhalb weniger Dutzend Minuten auf einen Maximalwert steigt, einige Stunden lang auf hohem Niveau verharrt und schließlich wieder abfällt. Im Vergleich zu anderen Röntgendoppelsternen, deren Strahlungsausbrüche meist wochen- oder monatelang anhalten, sind die Emissionen der neuen Objektklasse sehr kurzlebig.

Die Ursache für dieses Verhalten vermuten die Forscher um Ignacio Negueruela von der spanischen Universidad de Alicante darin, dass der Überriese ständig Material verliert, das in Form von Klumpen auf die Oberfläche des kompakten Partners fällt und dabei die episodischen Röntgenausbrüche verursacht. Möglich wäre auch, dass der Materiestrom vom Überriesen zu seinem Partner sehr turbulent und irregulär verläuft. Von welcher Art der kompakte Partner ist – Schwarzes Loch oder Neutronenstern –, spielt für den zeitlichen Ablauf der Ausbrüche allerdings keine Rolle.



Die stellare Kinderstube NGC 1333 ist nur etwa vier Lichtjahre groß.

NASA, JPL / CALTECH / CFA, ROB A. GUTERMUTH

SPITZER SPACE TELESCOPE

Schöner Nebel

Das Sternennest ist tausend Lichtjahre entfernt. Und in ihm herrscht Chaos. Eingehüllt in dichten Staub entstehen in NGC 1333 Hunderte junger Sterne.

Zu sehen sind sie nur, weil das Spitzer Space Telescope die im sichtbaren Licht undurchsichtigen Wolken mit seiner Infrarotkamera zu durchdringen vermag. Vereinzelt sind sogar Akkretionsscheiben zu erkennen. Der Norden von NGC 1333 verdankt seine rote Farbe aufgeheizten Staubwolken. Die kühleren südlich davon schimmern hingegen bläulich.

Die gelb-grünen Strukturen im unteren Teil des Bilds zeigen die glühenden Schockwellen von Jets extrem junger Sterne. Rob Gutermuth vom Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics und seine Kollegen waren von der Vielzahl dieser Materieströme überrascht und vermuten, dass sie die Staubwolken von NGC 1333 eines Tages bis weit ins All hinausblasen – und die Sternentstehung dann ein Ende hat.

GESCHICHTE

Der Schädel des Kopernikus

Polnische Archäologen haben vermutlich die sterblichen Überreste des berühmten Astronomen Nikolaus Kopernikus (1473–1543) entdeckt. Eine Gesichtsrekonstruktion des gefundenen Schädels ergab das Bild eines alten Mannes mit gebrochener Nase und einer Narbe über der rechten Augenbraue. Das Modell stimmt mit zeitgenössischen Porträts von Kopernikus überein.

Schon seit Jahren hatten Historiker nach dem Grab des Astronomen gesucht, dem wir das heliozentrische Weltbild verdanken. Von Schilderungen war bekannt, dass Kopernikus in der Kathedrale der polnischen Stadt Frombork bestattet wurde. Tatsächlich stießen die Wissenschaftler vor einigen Monaten in der Nähe des Altars auf einen Schädel und Skelettteile.

Mit Hilfe forensischer Methoden rekonstruierte ein Team um den Anthropologen Konrad Piasecki das Gesicht des Toten. Letzte Sicherheit können aber nur DNA-Tests geben. Deshalb wollen die Wissenschaftler nun nach dem Grab von Kopernikus' Onkel Lukas Watzenrode, dem früheren Bischof vom Ermland, fahnden. Der genetische Vergleich beider Skelette würde enthüllen, ob es sich um Verwandte handelt. Direkte Nachfahren gibt es nämlich nicht: Als Geistlicher hatte Kopernikus keine Kinder.

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

Markantes Gesicht mit gebrochener Nase. Anhand des Schädels gelang Forensikern die Rekonstruktion von Nikolaus Kopernikus' Gesicht.

ASTEROIDEN

Abschleppen mit Schwerkraft

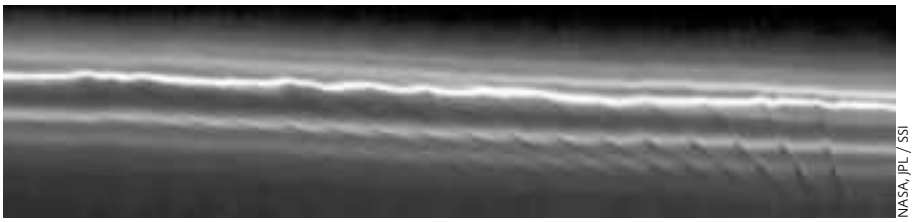
Wenn es nach den beiden Nasa-Astronauten Stanley Love und Edward Lu geht, könnte man in Zukunft gefährliche Asteroiden einzig mit Hilfe der Schwerkraft eines Raumschiffs auf sichere Bahnen lenken. Immerhin: Die Anziehungskräfte eines etwa zwanzig Tonnen schweren Schleppers, das haben die beiden ausgerechnet, reiche aus, um einen rund zweihundert Meter großen Himmelskörper in einem Jahr auf einen sicheren Kurs zu bringen. Asteroiden dieser Größe sind relativ häufig und könnten ganze Städte auslöschen.

Was die Idee so attraktiv macht, ist ihre Einfachheit. Ein solches Raumschiff müsste ja keine Atombombe mitführen oder den rotierenden Asteroiden gar mit Seilen abschleppen.

Bis 2015 wollen Love und Lu mit anderen Forschern das Verfahren testen. Das passende Objekt haben sie schon im Auge: den gut dreihundert Meter großen 99942 Apophis. Der Asteroid wird die Erde – so die Berechnungen – im Jahr 2029 nur um 30 000 Kilometer verfehlen.

CASSINI

Trabant hinterlässt Spuren in Saturnring



NASA, JPL / SSI

Wie klaffende Schnitte sehen die von Prometheus erzeugten Strukturen im F-Ring des Saturns aus.

Der winzige Saturnmond Prometheus ist nur hundert Kilometer groß und hinterlässt doch deutliche Spuren. Denn bei jedem Umlauf um den Gasriesen – alle 14 Stunden und 42 Minuten – dringt er in den F-Ring des Gasplaneten und verlässt ihn wieder. Dabei zieht er feines Material hinter sich her, das sich deshalb aus dem Ring löst und nach einigen Stunden wieder zurückströmt. Es entstehen Strukturen, die aussehen wie klaffende Schnitte.

Die neuen Fotos der US-Raumsonde Cassini bestätigen entsprechende Computersimulationen, die Forscher unter der Leitung von Carl Murray von der Queen Mary University in London durchgeführt hatten.

Prometheus wurde 1980 von Stewart Collins auf Bildern der Raumsonde Voyager 1 entdeckt. Der kleine Trabant umkreist Saturn in einem mittleren Abstand von knapp 140 000 Kilometern.

ARCHÄOLOGIE

Bronzezeitliches Observatorium in China

CHINESE ACADEMY OF SOCIAL SCIENCES, HE NU

Die Anlage wurde vermutlich auch für kultische Zwecke genutzt.

Nahe der Stadt Linfen im Norden Chinas sind Archäologen auf ein etwa 4100 Jahre altes Observatorium gestoßen. Aus den Überresten schließen die Forscher um He Nu von der Chinese Academy of Social Sciences, dass es sich dabei einst um ein halbkreisförmiges Feld mit einem Durchmesser von ungefähr vierzig Metern handelte, das von Säulen umgeben war. Sie markierten die im Jahreslauf wechselnden Sonnenauf- beziehungsweise -untergänge und ermöglichten so die präzise Unterscheidung der Jahreszeiten.

Die gut erhaltene Anlage fand sich in der Provinz Shanxi, die seit mindestens 4300 Jahren besiedelt ist. Einem Bericht der »China Daily« zufolge wichen die Beobachtungen mit dem Observatorium nur um höchstens zwei Tage von dem teilweise heute noch gebräuchlichen chinesischen Kalender ab. He Nu und seine Mitarbeiter gehen davon aus, dass der Platz nicht nur von astronomischer Bedeutung war, sondern darüber hinaus auch für Opferriten genutzt wurde.

Mitarbeiter dieser Rubrik: Frank Schubert

Spektrum
DER WISSENSCHAFT

Armbanduhr »Galaxis«

Exklusiv für die Leser unserer Magazine und in limitierter Auflage bieten wir diese Herrenarmbanduhr an. Swiss made von Fortis, mit Quarzlaufwerk, schwarzem Lederarmband und Datumsanzeige, ist die Uhr auch noch bis 50 m/5 ATM wasserdicht. Die Rückseite ist mit einer individuell eingravierten Auflagenummer versehen. 1 Jahr Herstellergarantie; € 119,- (zzgl. Versandkosten).

Eine Bestellmöglichkeit finden Sie auf dem Beihefter, unter der Verlagsadresse oder im Internet.

www.spektrum.de/lesershop

Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH | Slevogtstr. 3–5
D-69126 Heidelberg | Telefon 06221 9126-600 | Telefax 06221 9126-751
marketing@spektrum.com

NASA

Wenn alles klappt, wird im Mai 2006 die Discovery starten – mit dem deutschen Astronauten Thomas Reiter.

Enger Flugplan

Eine stattliche Zahl von Raumfahrzeugen wird sich 2006 auf den Weg machen, um Planeten, Monde und die Sonne zu erkunden.

>> Thorsten Dambeck

Erst im nächsten Jahrzehnt werden Pluto und sein Mond Charon erstmals irdischen Besuch bekommen. Der Starttermin von **New Horizons** liegt zwischen dem 11. Januar und dem 14. Februar 2006. Kann die Nasa-Sonde schon in den ersten drei Wochen abheben, geht es zunächst zum Schwungholen Richtung Jupiter. Danach wäre nur der langsamere Direktflug möglich. Je nach Variante dauert der Trip an den Rand des Sonnensystems zwischen 9,5 und 14 Jahren (siehe S. 16).

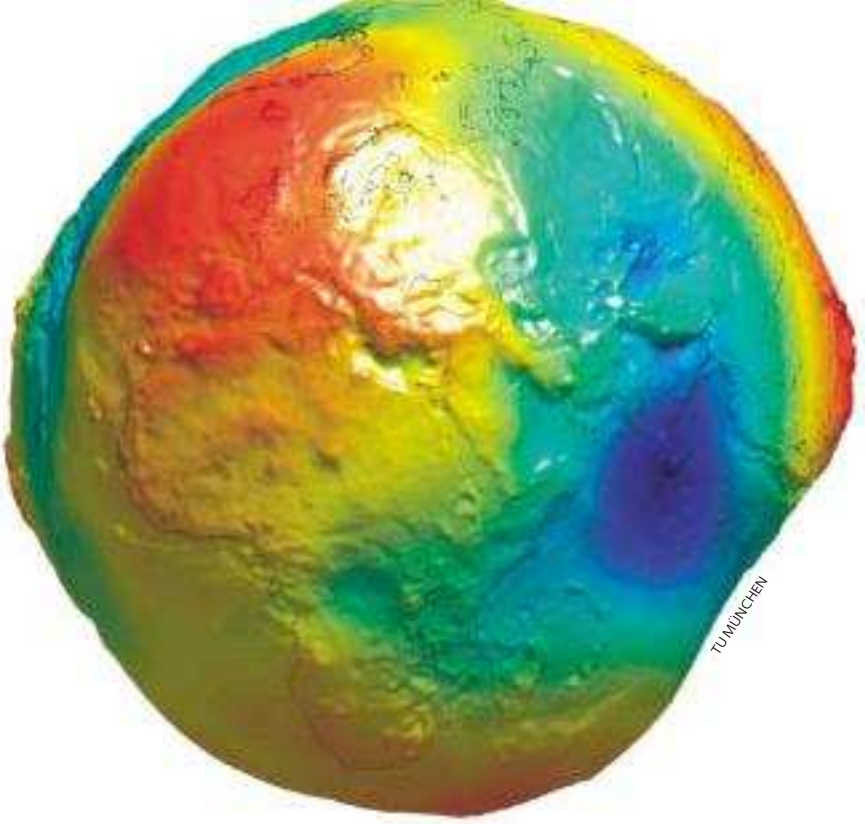
Am 15. Januar steht der Höhepunkt der amerikanischen **Stardust-Mission** an. Dann wird die Probenkapsel auf der Erde erwartet. Sie enthält ein Gel, in dem sich Staub des Kometen Wild 2 gefangen hat. Hoffentlich verläuft die Landung sanfter als bei der baugleichen Genesiskapsel, die 2004 ungebremst in die Wüste von Utah stürzte.

Die europäisch-amerikanische Planetensonde **Cassini** wird auch 2006 weiter den Saturn und seine Umgebung erforschen. Allein 13 Titanvorbeiflüge sind geplant. Der erste steht ebenfalls am 15. Januar in 2000 Kilometer Abstand an. In der zweiten Jahreshälfte sind noch engere Begegnungen in nur 1000 Kilometer Distanz vorgesehen. Den anderen Eismonden wird Cassini im kommenden Jahr nicht so sehr auf die Pelle rücken können – eine Folge der im Vergleich zu 2005 größeren Neigung seiner Umlaufbahn gegen die Ringebene.

Marsfans drücken am 10. März die Daumen. Dann soll der amerikanische **Mars Reconnaissance Orbiter** sein Bremstriebwerk zünden und in eine Umlaufbahn einschwenken. Ein halbes Jahr lang werden dann zahllose »Aerobraking«-Manöver folgen, bis schließlich Anfang November in Höhen zwischen 255 und 320 Kilometern die Erkundung künftiger Landegebiete beginnt.

Auch der europäische **Mars Express** kann im kommenden Jahr weiter sein wissenschaftliches Programm abarbeiten – ebenso wie am Boden die offenbar unkaputtbaren US-Rover **Spirit** und **Opportunity**.

Unterdessen strebt Europa zur Venus: Am 11. April fängt unsere Nachbarin



Das Schwerefeld der Erde soll neu vermessen werden. Der Esa-Satellit Goce schafft eine Auflösung von hundert Kilometern.

Venus Express ein und macht die Esa-Sonde zu ihrem ersten europäischen Satelliten. Eine vom Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung in Katlenburg-Lindau entwickelte Kamera wird eine Flut von Venusbildern schießen (AH 11/2005, S. 22).

Am 11. April plant die Nasa mit dem Solar Terrestrial Relations Observatory (**Stereo**) den Start zweier erdnaher Satelliten. Sie sollen die Ausbrüche der Sonne erforschen.

Den Spaceshuttle wollen die Amerikaner nach derzeitigem Stand der Dinge Mitte Mai zur Internationalen Raumstation (ISS) schicken. An Bord der **Discovery** soll auch der deutsche Esa-Astronaut Thomas Reiter sein. Vielleicht fliegt gegen Jahresende noch ein weiterer Esa-Raumfahrer zur ISS.

Am 22. Mai wird Cassini den Minimond Polydeuces ins Visier nehmen – aus 64000 Kilometer Entfernung.

Am 17. Juni, so war es bisher jedenfalls geplant, wollte die Nasa ihre Ionen-Sonde **Dawn** in den Asteroidengürtel schicken: zu Vesta und Ceres. Das Startfenster öffnet sich am 17. Juni. Auch Dawn hat zwei in Deutschland entwickelte Kameras an Bord. Ob sie dann zum Einsatz kommen, war zu Redaktionsschluss allerdings ungewiss. Denn nach zahlreichen Problemen mit dem Antrieb will man jetzt erstmal einen Untersuchungsbericht abwarten. Wenn es doch noch klappt, wird Dawn Ende 2011 Vesta und Mitte 2015 Ceres erreichen.

NASA

In dem Aerogel von Stardust haben sich Partikel des Kometen Wild 2 gefangen. Mitte Januar werden die Proben auf der Erde erwartet.

Am 24. Juli passiert Cassini in 45000 Kilometer Abstand Saturns Telesto. Der Minimond misst lediglich dreißig Kilometer im Durchmesser.

Corot heißt der französische Satellit, der mit der Transitmethode Exoplaneten aufspüren und nach seismischer Aktivität bei Sternen Ausschau halten soll. Eine Rakete vom Typ Sojus soll Corot im August 2006 in einen polaren Orbit auf 900 Kilometer Höhe bugsieren.

Falls die Esa keine weitere Verlängerung beschließt, dürfte die erste europäische Mondsonde **Smart-1** wenig später irgendwo zwischen den Mondkratern zerschellen.

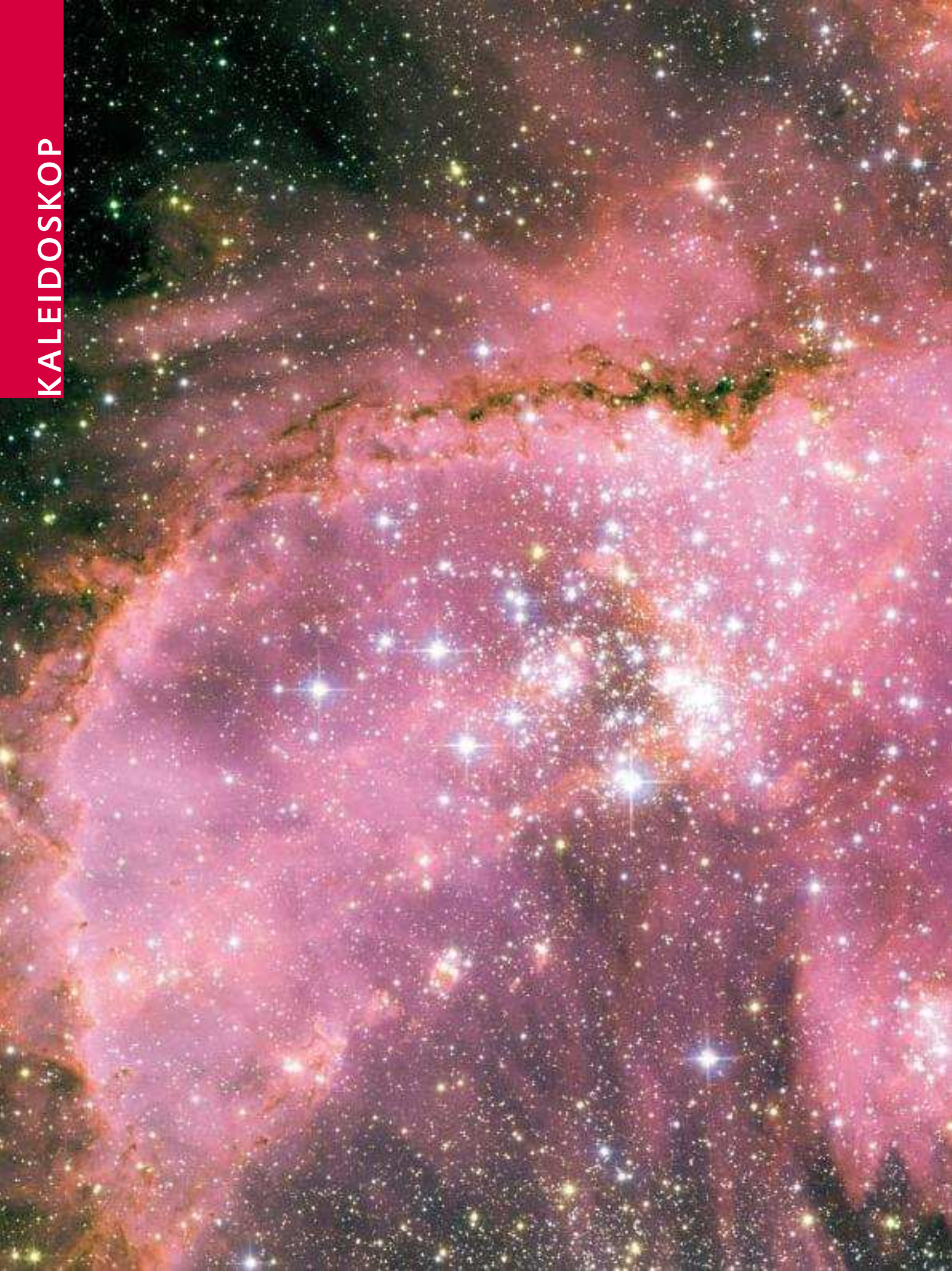
Am 17. August schließlich soll sich Cassini bis auf knapp 50000 Kilometer dem kartoffelförmigen, nur gut dreißig Kilometer großen Saturnmond Helene nähern.

Mit dem Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer (**Goce**) wendet sich die Esa unserem Heimatplaneten zu. Das Projekt ist eine Fortsetzung ähnlicher Missionen und hat zum Ziel, das Schwerefeld der Erde mit einer Auflösung von bis zu hundert Kilometern vermessen. Der Start ist ebenfalls für August geplant, als Träger fungiert eine russische Rockot. Die umgebaute Interkontinentalrakete erlangte kürzlich jedoch traurige Berühmtheit: Anfang Oktober 2005 hatte sie kurz nach dem Start von CryoSat versagt.

Am 9. September stehen bei Cassini mehrere Saturnmonde auf dem Programm, darunter Methone und Enceladus. Die mythische Gigantentochter Methone ist in Wahrheit winzig: Sie ist nur drei Kilometer groß und wurde erst im Sommer 2004 von Cassini entdeckt. Jetzt soll der Brocken aus 12000 Kilometer Entfernung erkundet werden. Auch der geologisch agile Enceladus, Durchmesser rund 500 Kilometer, sorgte bereits vergangenen Sommer für Schlagzeilen, verglichen mit dieser Begegnung bleibt er nun mit 40000 Kilometern aber recht weit entfernt.

Auf seinem Weg zum Merkur, schaut der amerikanische **Messenger** am 24. Oktober bei der Venus vorbei. Ein zweiter Venus-Fly-by soll acht Monate später erfolgen.

Ab dem 17. November wird der altgediente europäisch-amerikanische **Ulysses** schließlich seine dritte Passage des Sonnensüdpols beginnen. Für das Manöver sind fünfeinhalb Monate veranschlagt. <<



Ein Nebel unter der Lupe

Wenige Galaxien üben auf Profi- und Amateurastronomen eine derartige Anziehungskraft aus wie die beiden Magellanschen Wolken. Sie stehen am Südhimmel und wurden in Europa deshalb erst durch den Weltumsegler des frühen 16. Jahrhunderts bekannt. Das spiegelt sich in ihren Namen wider. Die erste schriftliche Erwähnung wird allerdings dem Italiener Amerigo Vespucci zugeschrieben, der rund 15 Jahre vor Magellan den Südatlantik überquerte.

Mittlerweile erlauben uns die Großsternwarten in der südlichen Hemisphäre faszinierende Einblicke. Gleiches gilt für Weltraumobservatorien wie das Hubble Space Telescope, das tief in das Herz der 210 000 Lichtjahre entfernten Kleinen Magellanschen Wolke (»Small Magellanic Cloud«, SMC, Sucherfoto unten, Übersichtskarte S. 52) blickte.

Sein Ziel war der hell strahlende offene Haufen NGC 346, eines der aktivsten Sternentstehungsgebiete der kleinen Galaxie (großes Foto). Junge, massereiche, blaue Sonnen entwickeln einen solch hohen Strahlungsdruck, dass der umgebende, in H-alpha rot leuchtende Nebel N 66 langsam, aber sicher erodiert. Auch die Jets von sich gerade bildenden Protosternen bohren sich in das umgebende Gas und den Staub, was den Blick auf weitere stellare Kreißsäle freigibt.

>> Oliver Dreissigacker

GROSSES FOTO: NASA / ESA; KLEINES FOTO: ESA / STSCI, DSS2

Der Voyager-Erbe

Die Nasa will an die Grenze des Sonnensystems. New Horizons soll Pluto und den Kuiper-Gürtel anfliegen.

>> Thorsten Dambeck

JHUAPL / SWRI

Wenn alles gut geht, wird die Nasa Hilfe vom Jupiter bekommen. Er soll der Plutosonde New Horizons Schwung geben und deren Reise ans Ende des Sonnensystems beschleunigen. Dann schmücken ihre Bilder bereits im Sommer 2015 die Titelseite dieses Magazins. Es werden die ersten Nahaufnahmen vom äußersten Planeten und seiner drei Trabanten sein (siehe S. 8).

Allerdings steht Jupiter nur während der ersten drei Wochen des Startfensters – 11. Januar bis 14. Februar 2006 – in der richtigen Position für ein Swing-by-Manöver. Sollte die Sonde erst in den letzten zwölf Tagen starten, ist der Riesenplanet schon unerreichbar – und es bliebe nur der direkte Kurs. Zwar könnte der Treibstoffvorrat dann um zwanzig Kilogramm verringert werden, dafür dauerte die Reise aber auch drei bis fünf Jahre länger.

Übrigens ist Pluto bei der Ankunft der Sonde womöglich gar kein Planet mehr. Denn seitdem Astronomen immer neue so genannte Kuiper Belt Objects (KBOs) melden, wankt sein Status als vollwertiges Mitglied der Planetenfamilie. Ist Pluto also gar kein Planet, sondern nur ein groß geratenes KBO? Bekanntlich umrunden im frostigen Dunkel jenseits des Neptuns zahllose eisige Körper die ferne Sonne. Im Jahr 1951 hatte der niederländisch-amerikanische Astronom Gerard Kuiper die Existenz der abgelegenen Eisprovinz postuliert und sie zur Quellregion der kurzperiodischen Kometen erklärt.

Längst kein Platzhirsch mehr

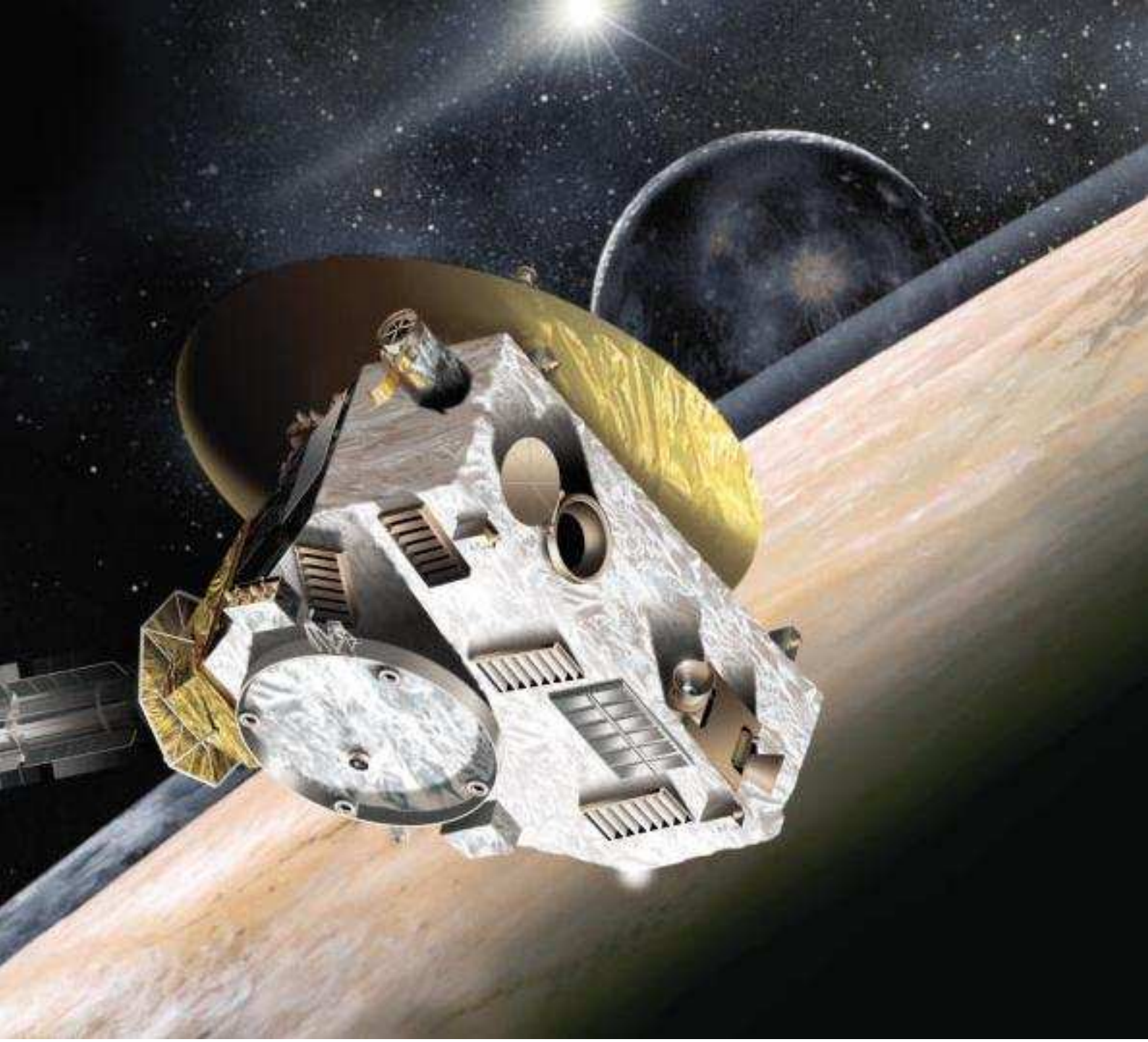
Doch sollten über vierzig Jahre vergehen, bis Forschern mit Hilfe der Mauna Kea Observatories das erste Exemplar – 1992 QB1 – ins Netz ging: ein rötlicher Brocken von kaum 200 Kilometer Durchmesser, der fast drei Jahrhunderte benötigt, um die Sonne zu umrunden. Einmal sensibilisiert für die neuen Kleinplaneten, konnten Astronomen immer mehr dieser KBOs dingfest machen.

Jenseits von dreißig Astronomischen Einheiten (AE) füllen schon rund tausend Objekte die immer dicker werdenden Kataloge; wahrscheinlich durchmessen dort hunderttausende den Raum. Sogar Riesenbrocken in Plutoformat haben die Astronomen mittlerweile aufgespürt. So schätzen sie den Durchmesser des vor zwei Jahren abgelichteten 2003 UB 313 auf 2600 Kilometer. Und wie es ausschaut, verfügt das Objekt sogar über einen Mond (AH 10/2005, S. 20). Zum Vergleich: Pluto ist nur 2320 Kilometer groß – und seine Rolle als Platzhirsch im Kuiper-Gürtel somit perdu.

Die Debatte dauert an. Wahrscheinlich wird man einmal drei Kategorien für unser System aufstellen: einerseits felsige Planeten wie die Erde, Mars, Venus und Merkur, andererseits Riesenplaneten vom Schlage Jupiters, die sich durch ihre gewaltigen Gashüllen auszeichnen. Als dritte Kategorie kommen Eiszwerge hinzu wie die Kuiper-Gürtel-Objekte

Steckbrief Pluto

	Pluto	Erde
Äquatordurchmesser	2390 km	12 756 km
mittlere Oberflächentemperatur	–230 °C	15 °C
kleinster Abstand	4,3 Mrd. km	
größter Abstand	7,5 Mrd. km	
Tageslänge	6,4 Erdtage	



und eben Pluto. Egal ob Planet oder nicht: Mit den fernen Brocken lässt sich noch heute die Urmaterie studieren, aus der vor gut 4,5 Milliarden Jahren die Planeten entstanden.

Pluto hat eine Atmosphäre!

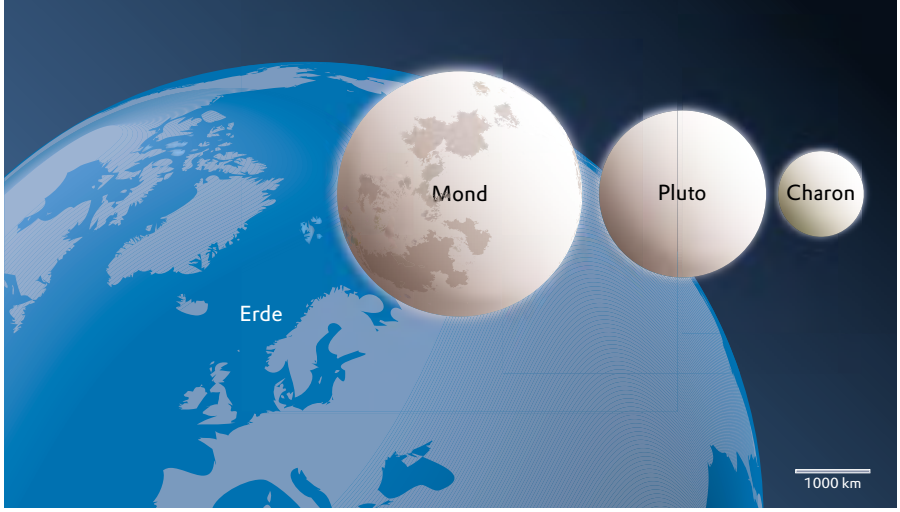
Überlegungen für eine Plutomission sind nicht neu. Die Nasa wollte schon im Rahmen ihrer in den 1970er Jahren geplanten Grand-Tour-Mission auch den kleinen Außenposten ansteuern. Doch aus finanziellen Gründen wurde das Vier-Sonden-Projekt letztlich abgespeckt. Was blieb, waren die beiden Voyagersonden. Pech für Pluto: Er verschwand aus dem Flugplan.

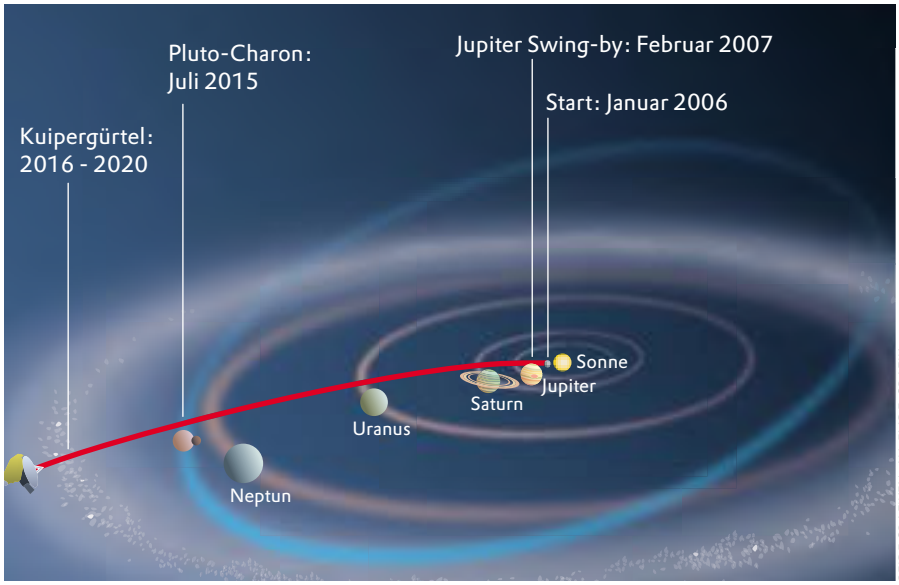
Auch spätere Versuche, eine Plutosonde auf den Weg zu bringen, scheiterten. Auftrieb erhielt das Projekt erst wieder, als Astronomen bei einer Sternbedeckung in den 1980er Jahren entdeckten, dass Pluto über eine Atmosphäre verfügt. Bei einem Himmelskörper, der kleiner ist als der Erdmond, war das eine echte Überraschung.

Während Pluto damals den sonnennächsten Abschnitt seiner Umlaufbahn durchlief, könnte für New Horizons die Zeit zum Studium der dünnen Gashülle allerdings knapp werden. Auf seiner stark elliptischen Bahn entfernt sich der Eisplanet derzeit nämlich immer weiter von der Sonne – und wird kälter und kälter. Momentan herrschen dort minus 220 Grad Celsius, die Bestandteile der stickstoff- und methanhaltigen Atmosphäre dürften also bereits als Schnee aus dem Plutohimmel rieseln.

Von New Horizons erhoffen sich die Forscher unter anderem neue Erkenntnisse über die dünne Atmosphäre von Pluto. Bis 2020 sollen auch andere Objekte im Kuiper-Gürtel erkundet werden.

Fast dreißig Jahre nach Voyager hat es New Horizons jetzt endlich auf die Startrampe in Florida geschafft. Eine Atlas V, weltweit eine der stärksten Trägerrake- >





BEIDE GRAFIKEN: AH, EMDE-GRAFIK

Der ferne Pluto ist zwar kleiner als unser Mond, verfügt aber über eine Atmosphäre (oben). Wenn alles klappt, steht Jupiter für ein Swing-by-Manöver bereit. Dann wird die Sonde New Horizons schon 2015 ihr Ziel erreichen (unten). Erfolgt der Start zu spät, dauert es ein paar Jahre länger.

> ten, soll die Sonde auf ihren interplanetaren Kurs katapultieren. Verglichen mit den Voyagersonden bringt New Horizons mit ihren 465 Kilogramm nur die Hälfte auf die Waage. Alles in allem kostete die Mission 650 Millionen Dollar – nicht gerade billig, aber doch immer noch erheblich günstiger als Großprojekte wie Galileo oder Cassini.

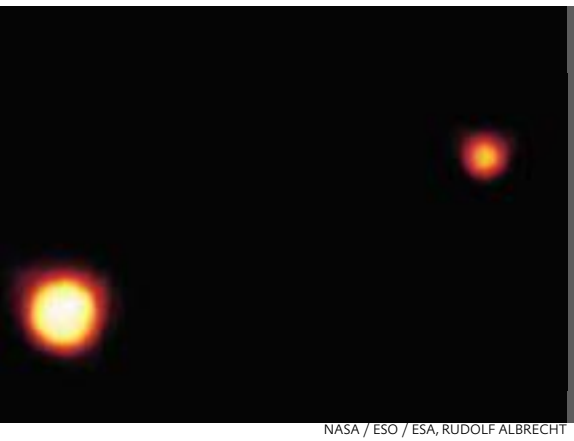
Genau wie die legendären Voyagersonden verfügt auch New Horizons über eine nukleare Stromversorgung. Denn jenseits des Mars reicht die Sonnenenergie selbst für die besten Solarzellen nicht; bei Pluto erreicht sie nur noch etwa ein Tausendstel ihres Werts in der Nähe der Erde. Bei Expeditionen in diese dämmrige Region setzt die Nasa deshalb auf so genannte Radioisotopengeneratoren, mit denen radioaktive Zerfallswärme in Thermoelementen direkt zu Strom gewandelt wird. Dazu sind etwa elf Kilogramm Plutoniumdioxid an Bord. Das Material mit einer Halbwertszeit von knapp 88 Jahren wurde im Los Alamos National Laboratory fabriziert. Der Einsatz des brisanten Stoffs musste dazu extra vom Weißen Haus genehmigt werden.

Nur Etappenziel

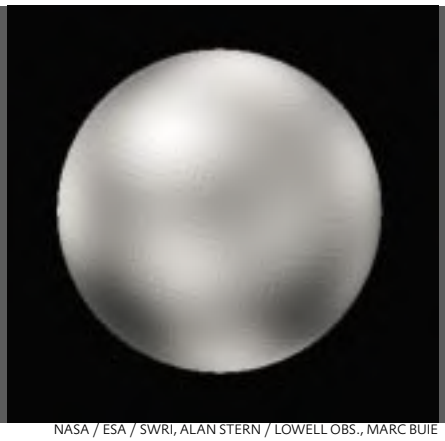
Die Atombatterie könnte die Bordgeräte bis ins Jahr 2025 versorgen. Und das ist sinnvoll, denn die Mission wird mit dem Pluto-Fly-by zwar einen Höhepunkt erreichen, aber lange nicht beendet sein: Bis mindestens 2020 stehen Begegnungen mit mehreren, bisher aber noch nicht konkret benannten KBOs auf dem Programm.

Doch zunächst ist Pluto dran. Eine Umkreisung ist nicht geplant. Die Bremsmanöver würden Unmengen Treibstoff verschlingen. Dennoch wird die Sonde den Planeten fünf Monate lang im Visier haben. »Bereits drei Monate vor der Ankunft werden wir mit unserer Bordkamera Pluto besser auflösen als mit dem Hubble-Weltraumteleskop«, stellt Missionschef Allan Stern klar. Damit ergebe sich durchaus die Möglichkeit, längerfristige Veränderungen etwa in Plutos Gashülle zu erkennen.

Die Schwarz-Weiß-Kamera verfügt über eine Optik mit 20,8 Zentimeter Öffnung, sie erlaubt also auch Heranzoomen während des Anflugs. Wenn New Horizons in rund 11 000 Kilometer Abstand Pluto passiert, sollten auf den Bildern Strukturen von nur hundert Meter Durchmesser erkennbar sein.



NASA / ESO / ESA, RUDOLF ALBRECHT



NASA / ESA / SWRI, ALAN STERN / LOWELL OBS., MARC BUIE

NASA / SWRI, ELIOT YOUNG ET AL.

Zum Plutomond Charon müssen etwa 27000 Kilometer Distanz gehalten werden. »Diese Fly-by-Konstellation ist durch eine komplizierte Geometrie bestimmt, die mit dem Radioexperiment zu tun hat«, erläutert Michael Bird vom Radioastronomischen Institut der Universität Bonn gegenüber ASTRONOMIE HEUTE.

Bird und seine Kollegen werden bei der Auswertung des Experiments dabei sein, mit dem die Pluto-Atmosphäre und auch eine möglichen Gashülle Charons untersucht werden sollen. Dabei wird genau in dem Moment, an dem die Sonde die heimatliche Erde hinter Pluto verschwinden sieht, ein irdisches Radiosignal ihre Antennenschüssel erreichen. »Am Plutorand werden die Radiowellen für Sekundenbruchteile die Gashülle durchqueren. Dabei ändert sich ihre Frequenz«, erklärt Bird den Grundgedanken dieses Okultationsexperiments. Die Frequenzänderung wird von New Horizons gewissenhaft aufgezeichnet. »Daraus können wir Dichte, Druck und Temperatur in der Gashülle berechnen.«

Spektroskopie mit europäischem Know-how

New Horizons muss die Signale zweimal auffangen: wenn die Erde am einen Plutorand verschwindet und wenn sie am anderen wieder auftaucht. Fast gleichzeitig tritt das Raumschiff in den Plutoschatten – jetzt verschwindet also die Sonne hinter dem Planeten. Im Übergang nimmt das Sonnenlicht den gleichen Weg durch die Gashülle wie zuvor die Radiosignale. Das ist der Moment, in dem das Ultraviolettspektrometer die »atmosphärischen Fingerabdrücke« nimmt. Einige Minuten später wiederholt sich das Prozedere mit dem anderen Zielobjekt der Mission. Dann wird Plutos Mond Charon den Blick auf die Sonne versperren.

Bessere Aufnahmen gibt es (noch) nicht. Die beiden rechten Bilder stammen von der Faint Object Camera der Esa an Bord des Hubble-Weltraumteleskops. Auf dem rechten Bild zeigt sich Pluto in seinen echten Farben. Die braunen Töne stammen von gefrorenem Methan. Das schwarze Band könnte auf tektonische Vorgänge hinweisen. Links ist neben Pluto auch sein Mond Charon zu sehen.

Eine Rakete vom Typ Atlas V soll die 465 Kilogramm schwere Sonde New Horizons auf den Kurs zum Pluto bringen. Auch der Mars Reconnaissance Orbiter ging bereits an Bord einer Atlas V auf die Reise.

Zu den Instrumenten für die Fernerkundung gehört auch das UV-Spektrometer Alice, benannt nach einer TV-Figur. Damit sollen die wichtigsten Gase und ihr jeweiliger Anteil in Plutos Atmosphäre ermittelt werden. Erstmals können die Forscher auf genaue Aufschlüsse hoffen, woraus die Luft der knapp dreißig Kilometer dicken Gashülle überhaupt besteht. »Solche UV-Untersuchungen sind seit Beginn der Raumfahrt Mittel der Wahl zur Analyse von Planetenatmosphären«, so Allan Stern.

Das Instrument ist übrigens die Weiterentwicklung eines Geräts an Bord des europäischen Kometenjägers Rosetta. Beide Versionen stammen vom Southwest Research Institute in Texas, für beide zeichnet Stern verantwortlich. Daher werden schon Monate vor New Horizons Ankunft am Pluto echte Messerfahrungen mit Alice vorliegen, wenn im Jahr 2014 Rosetta ihren Zielkometen 67P/Churyumov-Gerasimenko erreicht.

Profis und Laien fiebern gleichermaßen den Plutobildern entgegen. Neben den Aufnahmen der Schwarz-Weiß-Kamera mit langer Brennweite freuen sie sich insbesondere auf Ralph, dessen Name gleichfalls aus einer amerikanische TV-Serie stammt. Denn mit seiner Sechs-Zentimeter-Optik wollen die Wissenschaftler trotz tausendfach geringerer Sonnenstrahlung Farbkarten von Plutos und Charons Oberflächen erstellen. Neben dem sichtbaren Licht sieht die Spezialkamera zudem auch den infraroten Teil des Spektrums, das Aufschluss über die Temperaturen und die chemische Zusammensetzung der Plutooberfläche liefern soll. Erwartet werden Wassereis und gefrorene Gase wie Stickstoff und Kohlenmonoxid.

Auch die innere Zusammensetzung der KBOs ist rätselhaft. Quaoar, mit 1300 Kilometer Durchmesser eines der größeren Exemplare, konnte erst kürzlich am Acht-Meter-Spiegel des Subaru Telescope auf Hawaii spektroskopiert werden. Im Wissenschaftsblatt »Nature« berichteten David Jewitt (University of Hawaii)

INTERNATIONAL LAUNCH SERVICES (ILS)

und Jane Luu (Massachusetts Institute of Technology) von kristallinem Eis auf seiner Oberfläche. Bei den herrschenden Temperaturen, die selbst die bitterkalten Plutowerte noch unterbieten müssten, können sich nach heutigem Verständnis aber kaum größere Mengen Eiskristalle bilden. Dazu müsste es, folgt man den Autoren, sechzig Grad wärmer sein. Neben Wassereis glauben die Forscher auch Ammoniak gefunden zu haben, eine Substanz, die dort längerfristig instabil ist. Was geht also vor in der Tiefkühltruhe des Sonnensystems? Sind solche Beobachtungen Hinweise auf aktive geologische Prozesse?

Erdgebundene Analysen stoßen in dieser Entfernung auf natürliche Grenzen. Jetzt ist New Horizons am Zug, vor Ort die Chemie der mysteriösen Körper unter die Lupe zu nehmen. Es wird eine Zeitreise zu den Anfängen der Planeten. <<

Thorsten Dambeck schreibt regelmäßig für ASTRONOMIE HEUTE und hat für die Pluto-Begegnung von New Horizons im Juli 2015 bereits alle anderen Termine abgesagt.

Kühe sind neugierig Aber die Tanks zur Messung der kosmischen Strahlung vor der Kulisse der Anden bleiben ihnen rätselhaft.

BILDER DIESER DOPPELSEITE: FZK

Kosmische Einschläge in der Pampa

Mitten in der Pampa Argentiniens entsteht mit »Pierre Auger« das größte Teleskop der Erde – für die Jagd auf kosmische Strahlung höchster Energien. Dahinter verbirgt sich eines der großen Rätsel der Astrophysik. **>> Reinhard Breuer**

Gnadenlos brennt die Sonne auf die Pampa Argentiniens, obwohl es gerade – im November – immer noch spätes Frühjahr ist. Als wären es Buschfeuer, wirbeln die Fahrzeuge unseres Konvois auf der Schotterpiste riesige Staubfontänen auf. Alle Dutzend Kilometer taucht eine Ziegenherde auf, ein einsames Pferd oder ein paar Kühe. Ein Ort, wo sich nicht einmal Fuchs und Hase Gute Nacht sagen.

Das Ende der Welt hatte ich mir anders vorgestellt. Die Pampa im nördlichen Patagonien empfängt uns mit Weite und Schönheit, wie ich sie nicht erwartet hatte. Die mit niedrigem Buschwerk und Salzseen bedeckte Hochebene stößt an schneebedeckte Bergketten der Anden. Wir sind nahe der Kleinstadt Malargüe, 1500 Kilometer westlich von Buenos Aires.

Die zweihundert Forscher aus 16 Ländern, die sich Mitte November in Malargüe getroffen haben, sind nicht auf Urlaub. Denn dies ist der Ort, wo dem Kosmos eines seiner großen Geheimnisse entlockt werden soll – mit Wassertanks. 1600 Behälter sollen kosmische Strahlung nachweisen (AH Juli / August 2003, S. 20). Im Abstand von je eineinhalb Kilometer überdeckt ihr Gitter dreitausend Quadratkilometer, eine Fläche so groß wie das Saarland. Am Rand dieses »Arrays« sind zudem vier Stationen mit je sechs hochempfindliche Teleskopen postiert (Fotos und Grafik rechts). Sie überwachen den Luftraum über den Wassertanks im ultravioletten Licht. In klaren, mondlosen Nächten suchen sie nach zarten Leuchtspuren, die nur wenige Millionstelsekunden lang über der Pampa aufleuchten. Moleküle werden dort von den Teilchenschauern zu Fluoreszenz angeregt, was ei-

nen für das Auge unsichtbaren UV-Blitz erzeugt. Der ist gerade mal so stark wie eine 50-Watt-Glühbirne, die in dreißig Kilometer Entfernung fast mit Lichtgeschwindigkeit zu Boden rast.

Teleskope und Tanks bilden zusammen das südliche Pierre-Auger-Obervatorium, benannt nach dem französischen Physiker Pierre Victor Auger (1899–1993). Um auch den Nordhimmel abzudecken, soll in wenigen Jahren im US-Bundesstaat Colorado auch ein nördliches Auger-Observatorium folgen.

Kollision in 20 Kilometer Höhe

Gut durchgeschüttelt und eingestaubt halten wir nach Stunden bei einem dieser Tanks (Fotos links). Er misst, wie alle, knapp vier Meter im Durchmesser und eineinhalb in der Höhe, ist verziert mit Solarpaneelen und einer Radioantenne für die Datenübertragung. Sogar einen Namen hat der Behälter: Auf einem Schild steht »Pepe« – einer der Namen, den Schulkinder aus Malargüe bisher achthundert Tanks verliehen haben.

Nur einige Kühe beobachten uns neugierig aus sicherer Entfernung – der richtige Platz, um harte Astrophysik zu betreiben. Doch die zwölf Tonnen hochreines Wasser in dem Tank eignen sich nicht als Durstlöscher für die Rinder.

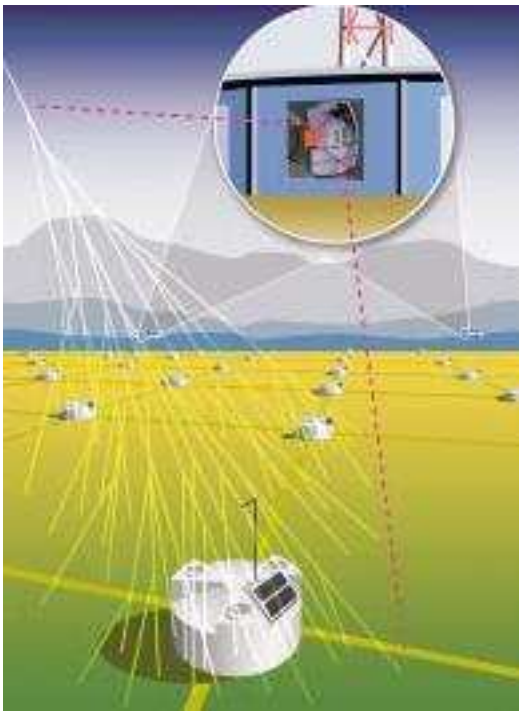
Rechtzeitig zur Einweihungsfeier wurde der tausendste Tank installiert, für den Hartmut Gemmeke und seine Kollegen vom Forschungszentrum Karlsruhe (FZK) einen Teil der Elektronik bauten. Bis Ende 2006 soll die etwa fünfzig Millionen Dollar teure Anlage komplett sein. Gut gelaunt berichtet der Kernphysiker, dass sich anfangs Kühe gerne an Tankkanten gescheuert und damit einige Kabel gelöst hatten. Seitdem sind die Strippen unter einer abgerundeten Abdeckung verlegt.

»Das ist dann das größte Teleskop der Erde«, weiß Gemmeke. Der Aufwand ist auch nötig, um kosmische Strahlen nachzuweisen. In diesem Fall keine energiereichen Lichtwellen, sondern massebehaftete Teilchen: Aus dem All treffen ständig Protonen oder schwerere Atomkerne auf die Erde, die meisten stammen von der Sonne. In zwölf bis zwanzig Kilometer Höhe kollidieren sie mit einem Molekül der oberen Atmosphäre, hauptsächlich Stickstoff, Sauerstoff oder Argon. Entdeckt hat die kosmische Strahlung 1912 der Österreicher Victor Hess bei einem Ballonflug, wofür er 1936 den Nobelpreis erhielt. 1938 gelang dann Pierre Auger der Nachweis, dass diese Kollisionen regelrechte Lawinen anderer Teilchen – vor allem Elektronen, Positronen, Myonen, Gammastrahlen und Neutrinos – auslösen, so genannte Luftschauer. Trifft diese Teilchenkaskade auf die Tanks, so löst sie im Wasser eine weitere, kleinere Lawine aus. Diese erzeugt dort Tscherenkowstrahlung, die mit Hilfe dreier Lichtverstärker registriert und vermessen wird.

Daran ist nichts Exotisches: Solchen Schauern ist jeder fortlaufend ausgesetzt, der auf der Erde herumspaziert: Pro Sekunde durchbohren mehrere hundert Schauerteilchen jeden Menschen – ein Drittel der Radioaktivität, der wir bereits durch die Erdkruste ausgesetzt sind. »Dagegen gibt es keinen Schutz«, meint Gemmeke, »aber sie machen ja offensichtlich auch keine Probleme.«

Andere Teilchen stammen aus den Tiefen des Alls. Die sind durch ihre extremen Energien nun wirklich exotisch, und um sie geht es den Auger-Wissenschaftlern. »Nur diese Teilchen erreichen die hohen Energien, die uns interessieren«, sagt Ralph Engel. Er ist einer der Physiker der Auger-Arbeitsgruppe am FZK, die zwei Drittel der sechzig deutschen Teilnehmer an dem Observatorium stellt, und befasst sich vor allem mit der Simulation der Teilchenschauer in Luft und Wasser sowie mit der Datenanalyse. »Nur wenn wir exakt verstehen, wie die Schauer entstehen«, sagt der Theoretiker, »können wir die Energie und Richtung der Ausgangsteilchen ermitteln – und damit ihre Herkunft.«

Und daran hakt es bislang. Seit fast hundert Jahren überlegen Forscher, woher diese kosmischen Teilchen stammen und was sie so rasend gemacht hat. Es ist die enorme Energie, die den Physikern >



Mit 24 Teleskopen wie dem oben rechts registrieren die Forscher in klaren, mondlosen Nächten das schwache Leuchten von Luftschauern. Um deren Energie präzise zu vermessen, wird der Luftraum laufend mit Laserstrahlen beobachtet (Mitte). In der Grafik (unten) ist gezeigt, wie ein kosmisches Teilchen mit einem Luftmolekül kollidiert und dann in mehrere Tanks einschlägt, während Teleskope simultan den Luftschauer registrieren.

BEIDE FOTOS: REINHARD BREUER

Teilchenjäger in der Pampa
Hartmut Gemmeke (links) und Ralph Engel, beide vom Forschungszentrum Karlsruhe, haben es auf Partikel höchster Energien abgesehen.

> Rätsel aufgibt. Sie reicht von sehr kleinen Energien wie bei den Partikeln von der Sonne bis zu solchen, die hundert Millionen Mal höher sind als alles, was mit irdischen Beschleunigeranlagen erreicht werden kann. Teilchenphysiker, die Energien in »Elektronvolt« (kurz eV, salopp e-Volt) messen, sprechen von 10^{20} Elektronvolt; das entspricht der Bewegungsenergie eines hart aufgeschlagenen Tennisballs, konzentriert in einem einzigen Atomkern. Zum Vergleich: Eine Glühlampe strahlt pro Sekunde gerade mal ein Elektronvolt ab. Selbst der »Large Hadron Collider« des Beschleunigerlabors Cern bei Genf, der Ende 2007 in Betrieb gehen soll, wirbelt Elementarteilchen gerade mal mit 10^{12} Elektronvolt herum.

Gleich einem heißen, aber extrem dünnen Wind pfeift dieser Partikelstrom der kosmischen Strahlung durchs All. Denn Teilchen so hoher Energie bringt die Natur nur selten hervor: Theoretiker rechnen auf hundert Quadratkilometer Fläche nur mit einem solchen Partikel pro Jahr – zu wenig, um sie mit den bisherigen Teilchendetektoren untersuchen zu können. Das ist auch der Grund, warum die Forscher mit den Wassertanks eine Kollektorfläche von mehreren tausend Quadratkilometern aufspannen. In den letzten zwölf Monaten hat das Auger-Teleskop denn auch einige der hochenergiereichen Teilchen eingefangen.

Warum so viel Lärm um scheinbar so wenig? Das erklärt sich aus einer speziellen Eigenschaft der kosmischen Teilchen: Sie tragen elektrische Ladung. Damit werden sie von allen Magnetfeldern des Weltalls ständig abgelenkt (AH 4/2005, S. 24). Je geringer ihre Energie, desto mehr geraten die Partikel bei ihrer kosmischen Irrfahrt auf gekrümmte Bahnen. »Das ist wie bei einem Betrunkenen, der ändert auch laufend seine Richtung«, sagt Ralph Engel. »Damit lässt sich keine Astronomie machen, denn wir wissen deshalb ja nicht, aus welcher Himmelsgegend die Teilchen kommen.«

Das ändert sich erst bei sehr hohen Energien, oberhalb von 10^{19} Elektrovolt. Diese Höchstenergiegeschosse pflügen unbeeindruckt durch extragalaktische Magnetfelder. Engel: »Sie bewegen sich durch den Kosmos fast geradlinig, damit bekommen wir eine Information über ihren Geburtsort.« Problematisch ist nur, dass sie auf ihrem weiten Weg zwar unbehelligt reisen, jedoch mit den Photonen der kosmischen Hintergrundstrahlung (S. 24) zusammenstoßen.

Erklärungsnot der Theoretiker

Diese Relikte des Urknalls enthalten zwar selbst nur wenig Energie, »aber sie bremst wie ein zäher Brei die energiereichsten kosmischen Teilchen aus, und zwar innerhalb von hundert Millionen Lichtjahren«, erklärt Engel. »Das klingt zwar nach viel, ist aber wenig, wenn man kosmische Maßstäbe anlegt.«

Irgendwo innerhalb dieser Distanz müssten demnach die mächtigsten Energiewerfer des Universums sitzen. »Nur haben wir sie noch nicht entdeckt.« In unserer kosmischen Nachbarschaft sind die wenigen Galaxien der Lokalen Gruppe zu Hause, zu denen auch die Milchstraße gehört, sowie der Virgohaufen mit seinen etwa dreitausend Galaxien.

Kein Wunder, dass Theoretiker die wildesten Modelle erfinden, um die Herkunft der Teilchen zu klären. Die Liste ist lang und zeigt dadurch die Not der Erklärung: Materiestrahlen in aktiven galaktischen Zentren (»Jets«, AH 10/2005, S. 14), kollidierende Schwarze Löcher, Hypernovae, Gammastrahlenausbrüche, sogar zusammenstoßende Galaxien werden verdächtigt.

Auch wenn die Mehrzahl der Forscher sich derzeit auf die Jets der galaktischen Kerne konzentriert, in denen herumwirbelnde Magnetfelder und Stoßwellen die Teilchen beschleunigen, so »kann doch kein Modell bisher alles konsistent erklären«, konstatiert Engel. Und merkwürdigerweise scheint gerade das Zentrum unserer Milchstraße, von dem sich manche Theoretiker besonders kräftige Teilchenstürme erwartet haben und das mit dem Auger-Teleskop in Argentinien gut zu sehen sein müsste, völlig unauffällig. »Vielleicht ging dem großen Schwarzen Loch im galaktischen Zentrum ja schon längst seine ›Munition‹ aus«, spekuliert Ralph Engel.

Er und seine Kollegen sind also gespannt auf die kommenden zwei Jahrzehnte – den Zeitraum, in dem das südliche Auger-Teleskop laufen soll, hoffentlich auch bald zusammen mit seinem nördlichen Gegenstück.

Vorerst können sie sich einem weniger bedeutenden Problem widmen. Den argentinischen Schulkindern sind nach achthundert Tanks die Vornamen ausgegangen. Auch die Verwendung des Worts »Friede« in den wichtigsten Sprachen ließ immer noch viele Tanks ungetauft.

Jeder der will, kann einen Vorschlag einreichen, auf Englisch an Greg Snow (E-Mail: gsnow@unlhep.unl.edu). »Einfach so?«, frage ich Engel. »Nein, es gibt eine Bedingung: Man muss zum Namen auch eine Begründung mitliefern.« <<

Reinhard Breuer ist Redakteur bei ASTRONOMIE HEUTE.

Weblinks:
www.auger.org · www.auger.de · www.astroteilchenphysik.de
E-Mail-Anfragen an: hartmut.gemmeke@ipe.fzk.de; ralph.engel@ik.fzk.de

Wie kommt der Knall in den Urknall?

Die Inflation – jene physikalische Kraft, die dem Universum nach dem Urknall zu seiner Größe verhalf – bleibt den Physikern nach wie vor ein Rätsel.

>> Steve Nadis

Kurz nach dem Urknall, noch lange vor der hier illustrierten Geburtsstunde der Galaxien, haben sich Ereignisse abgespielt, welche die heutige Physik nur unzureichend beschreiben kann.

S & T, CASEY B. REED

Vor einem Vierteljahrhundert veröffentlichte Alan Guth von der Stanford University eine exzellente kosmologische Theorie, die allerdings einen Haken hatte: Sie funktionierte nicht so richtig. Guth, mittlerweile Professor am MIT, zeigte sich jedoch von der Bedeutung seiner Idee überzeugt. Zu Recht – anders als die meisten Theorien, die nicht ganz zutreffen, geriet diese nicht wieder in Vergessenheit. Stattdessen avancierte Guths Vorstellung eines explosionsartigen Wachstumsschubs in den ersten Augenblicken des Universums – die Inflation – zum wichtigsten Bestandteil der modernen Kosmologie, so die Wertung von seinem Chicagoer Kollegen Michael Turner.

Seitdem hat das Postulat einer anfänglichen Inflation den Beobachtungsbefunden standgehalten. Jetzt, zu Beginn der Ära der »Präzisionskosmologie« sind die Wissenschaftler gespannt, ob es auch gegen genauere Untersuchungen besteht. Aber selbst dann ist erst der halbe Weg zurückgelegt: Denn die Theoretiker haben zu klären, wie die Inflation eigentlich funktioniert.

Die Geburt einer Idee

Guth kam Ende 1970 auf einem Umweg zur Kosmologie. Sein eigentliches Ziel, auf das er zusammen mit dem Physiker Henry Tye von der New Yorker Cornell University hinarbeitete, war das Verständnis magnetischer Monopole – hypothetischer Teilchen, die lediglich einen Nord- oder Südpol aufweisen. Die Berechnungen der beiden Wissenschaftler deuteten darauf hin, dass während des Urknalls eine unglaubliche Menge dieser Teilchen hätte erzeugt werden müssen. Trotzdem war nie eines entdeckt worden.

Guth und Tye zeigten, dass die Bildung von Monopolen weitestgehend ausbleibt, wenn im frühen Universum eine »Suprakühlung« stattfindet – in etwa so, wie supragekühltes Wasser erst unterhalb des normalen Gefrierpunkts bei null Grad Celsius zu Eis wird. In der Sprache der Physiker: Der Phasenübergang vom flüssigen zum festen Zustand wird hinausgezögert. Eines späten Abends im Dezember 1979 erkannte Guth eine Auswirkung dieses Prozesses nach dem Urknall; das Universum würde sich dabei rasend schnell ausdehnen.

Dieses beschleunigte Wachstum reduziert nicht nur die Dichte der magnetischen Monopole so weit, dass man sie nicht mehr beobachten kann, sondern löst darüber hinaus viele kosmologische Rätsel, die die Standard-Urknalltheorie alleine nicht erklären kann: warum das Universum eine flache Geometrie aufweist, warum es so gleichmäßig mit Strahlung und Materie gefüllt ist und auch, woher die kleinen Abweichungen von der kompletten Gleichförmigkeit rühren, aus denen schließlich Galaxien und Galaxienhaufen hervorgingen.

Wie bringt die Inflation diese Effekte zu Stande? Um dies zu verstehen, müssen wir uns einige Grundlagen anschauen. Bevor das Universum nur den winzigen Bruchteil einer Sekunde alt war, hatte es – der Theorie zufolge – bereits ein enormes exponentielles Wachstum durch- >

> gemacht, das vielleicht nur eine 10^{-35}-stel Sekunde dauerte, die Entfernungen im Universum aber um den Faktor 10^{30} (eine Quintillion) oder 10^{50} vergrößerte, je nach den Einzelheiten des Modells (Grafik unten). Dieses sonderbare Wachstum wurde von einer exotischen Energie – dem »Inflaton-Feld« (nicht Inflationsfeld!) – genährt, das den Raum auseinander trieb und rasend schnell ausdehnte.

Eine Theorie wird erwachsen

Dieses, die Inflation antreibende Energiefeld, besaß eine ungewöhnliche Eigenschaft: Es verdünnte sich nicht und bewahrte, selbst als der Raum irrsinnig expandierte, eine nahezu konstante Dichte. Zum Glück für den Kosmos erwies sich das die Gravitation überlagernde Feld als instabil und zerfiel in die Materie und Strahlung, die wir seit dem Aufkommen der Radioastronomie als kosmische Hintergrundstrahlung (Cosmic Microwave Background, CMB) beobachten können. Dies ermöglichte dem Universum eine wesentliche gemächlichere Expansion in den folgenden 13,5 Milliarden Jahren bis zum heutigen Tag.

Erst die Inflation sorgte dafür, dass das sichtbare Universum »geometrisch flach« wurde, genau so, wie ein kleiner Ausschnitt auf einem Luftballon immer flacher wird, je mehr man ihn aufbläst. Das erklärt auch, warum das Universum heute in alle Richtungen quasi gleich aussieht, jedoch nicht so perfekt gleichmäßig ist, dass sich keine Sterne, Galaxien und -haufen herausbilden konnten. Diese annähernde Homogenität ergibt sich aus dem Aufblähen einer winzigen Region, die ursprünglich klein genug war, dass sich alles darin gut vermischt hat, zu einem riesigen Raum, der den sichtbaren Bereich des Universums komplett umfasst. Diese Prozedur löst das »Horizont-Problem«, das im inflationslosen Standardmodell der Kosmologie auftaucht: Um die beobachtete Gleichmäßigkeit des sichtbaren Universums zu erhalten, hätte eine Vermischung der darin enthaltenen Energie mit hundertfacher Lichtgeschwindigkeit ablaufen müssen (Illustrationen auf der rechten Seite).

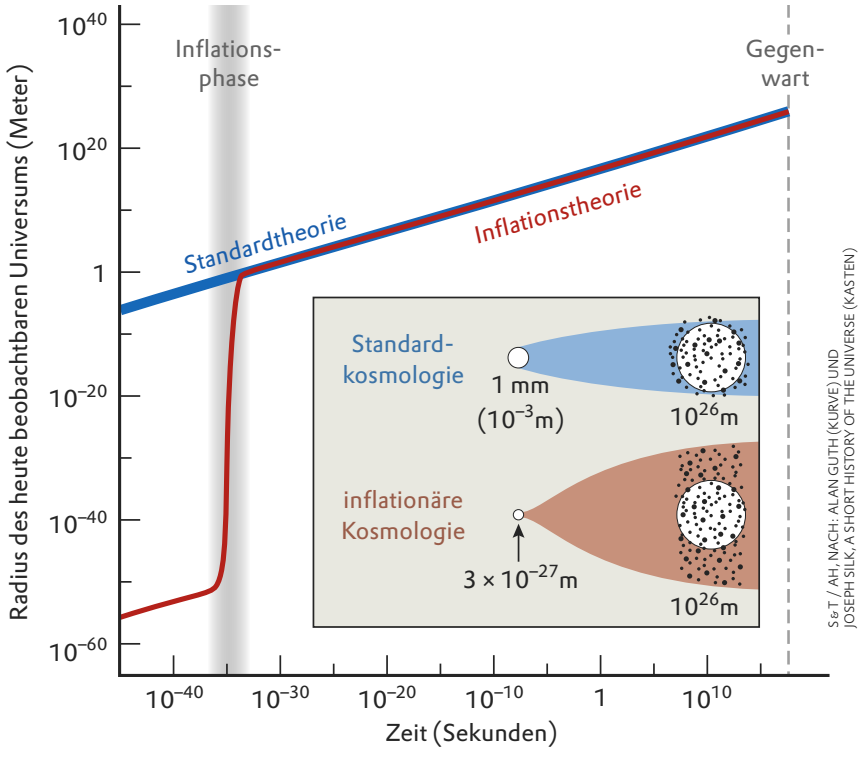
Umgekehrt entstanden die Keime für die heutigen kosmischen Strukturen als quantenphysikalische Fluktuationen im ansonsten einheitlichen Gefüge der Raumzeit, die von der Inflation im großen Maßstab aufgebläht wurden. Da diese zufälligen und kurzlebigen Schwankungen von Masse und Energie an einem Ort während der Ausdehnung des Raums weitergingen, sorgte die Inflation so für ungefähr gleich starke Fluktuationen in quasi allen Entfernungen – auf der Größenskala von Galaxien, -gruppen, -haufen, -superhaufen, und so weiter. Theoretiker nennen dies ein skaleninvariantes Fluktuationsspektrum – und genau das messen die beobachtenden Kosmologen derzeit.

Obwohl Guths ursprüngliche Inflationstheorie viele Rätsel unseres Universums erklärte, sorgt sie doch auch für einen Widerspruch: Man würde am Ende der Inflation das Auftreten von Blasen erwarten, in denen Materie und Strahlung mehr oder weniger häufig wären als in ihrer Umgebung. Die Gleichmäßigkeit des Kosmos, die von der Inflation herbeigeführt wurde, wäre also wieder dahin. Guth selbst erkannte dieses Problem und war konsterniert.

Neues Leben eingehaucht

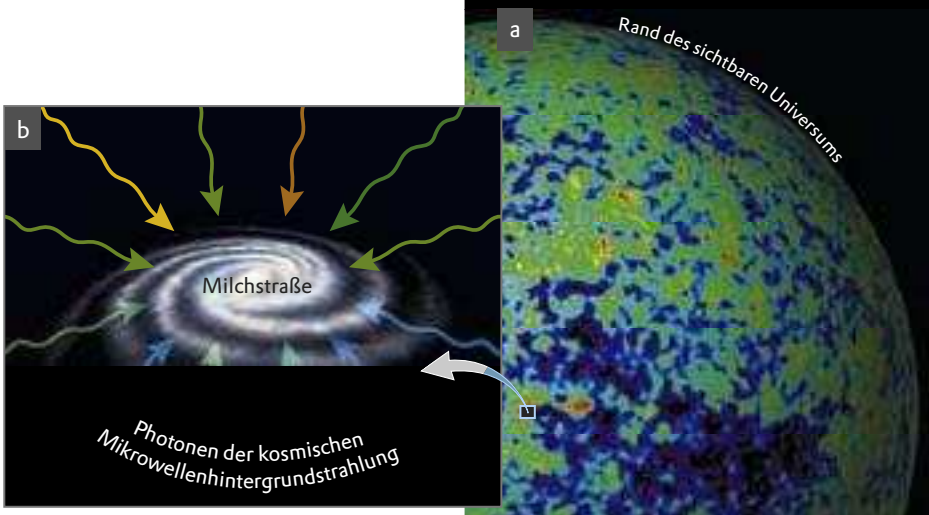
Hilfe kam 1982 von Andrei Linde, jetzt an der Stanford University, sowie von Paul Steinhardt und Andreas Albrecht von der Princeton University beziehungsweise der University of California in Davis. In der als Neue Inflation bezeichneten Variante der Theorie geht man davon aus, dass die kosmischen Blasen solch gigantische Dimensionen annahmen, dass eine von ihnen groß genug ist, um unser komplettes sichtbares Universum darin aufzunehmen.

Ein Jahr später zeigte Alexander Vilenkin von der Tufts University, Massachusetts, dass die neue Theorie – wie nahezu alle Inflationsmodelle – »ewig« ist. Das heißt, wenn der Prozess einmal eingesetzt hat, findet er kein Ende, vergleichbar einer Kettenreaktion, die an



S & T / AH, NACH: ALAN GUTH (KURVE) UND JOSEPH SILK, A SHORT HISTORY OF THE UNIVERSE (KASTEN)

Bevor die Inflation erstmals beschrieben wurde, glaubten die meisten Kosmologen, dass das heutzutage sichtbare Universum in einem Alter von 10^{-35} Sekunden einen Durchmesser von ungefähr einem Millimeter besaß – weit mehr als die Entfernung, die Licht oder Wärme seit dem Urknall hätten zurücklegen können. Die Grafik zeigt die Unterschiede zwischen der konventionellen und der inflationären Kosmologie. Die x- und y-Achsen sind logarithmisch unterteilt, um die Ereignisse in den kurzen Zeitabständen nach dem Urknall und den Jahrmilliarden danach in einem Diagramm darstellen zu können.



Diese Karte des kosmischen Mikrowellenhintergrunds (CMB) zeigt die winzigen Abweichungen von der Durchschnittstemperatur – rund 2,7 Kelvin – in einer Falschfarbendarstellung (a). Wäre die Oberfläche der Erde genau so gleichmäßig, würden die Hochhäuser in Frankfurt am Main die höchsten Berge überragen. Die Strahlung, die heute bei der Milchstraße ankommt, hatte ihren Ursprung vor ungefähr 13,5 Milliarden Jahren (b). Die Standardkosmologie kann nicht erklären, warum weit entfernte Regionen im All dieselbe Temperatur aufweisen (c). Erst die Inflationstheorie vermag dies zu erklären, indem sie annimmt, dass der Kosmos zunächst viel kleiner war und sich sein Inhalt zu einer weitestgehend gleichmäßigen Temperatur durchmischen konnte (d).

Darstellung nicht maßstabsgetreu

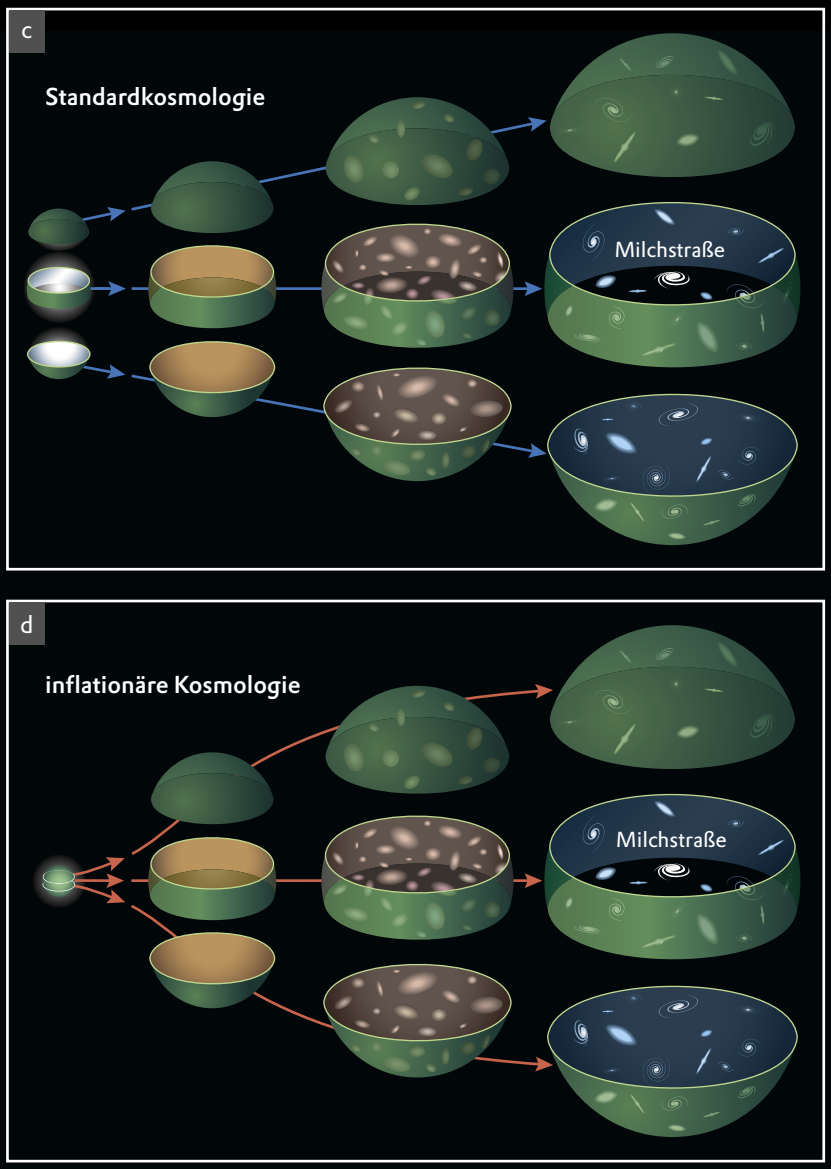
der einen Stelle des Universums zum Stillstand kommt, nur um an einer anderen Stelle zu beginnen. »Indem sie eine endlose Zahl von getrennten Blasenuniversen hervorbringe«, erklärt Vilenkin, »verändert die ewige Inflation die Gestalt, wie wir uns die großräumigen Strukturen im Weltraum weit jenseits unseres Horizont vorstellen müssen.«

Sollte Ihnen die Idee der ewigen Inflation reichlich metaphysisch erscheinen, stehen Sie damit nicht allein da. Vilenkin selbst räumt ein, dass dies auf lange Zeit nicht überprüfbar sein wird. Glücklicherweise sind aber viele andere Vorhersagen der Inflationstheorie bereits experimentell bestätigt worden oder sind Gegenstand aktueller Forschungsvorhaben.

Die Vorhersagen auf dem Prüfstand

Wie gut verträgt sich die Theorie mit den gegenwärtig bekannten Daten? »Momentan befinden sich die Beobachtungsergebnisse in wundervoller Übereinstimmung mit der Theorie«, sagt Steinhardt, der ebenso Pionier wie gelegentlicher Kritiker der Inflation ist.

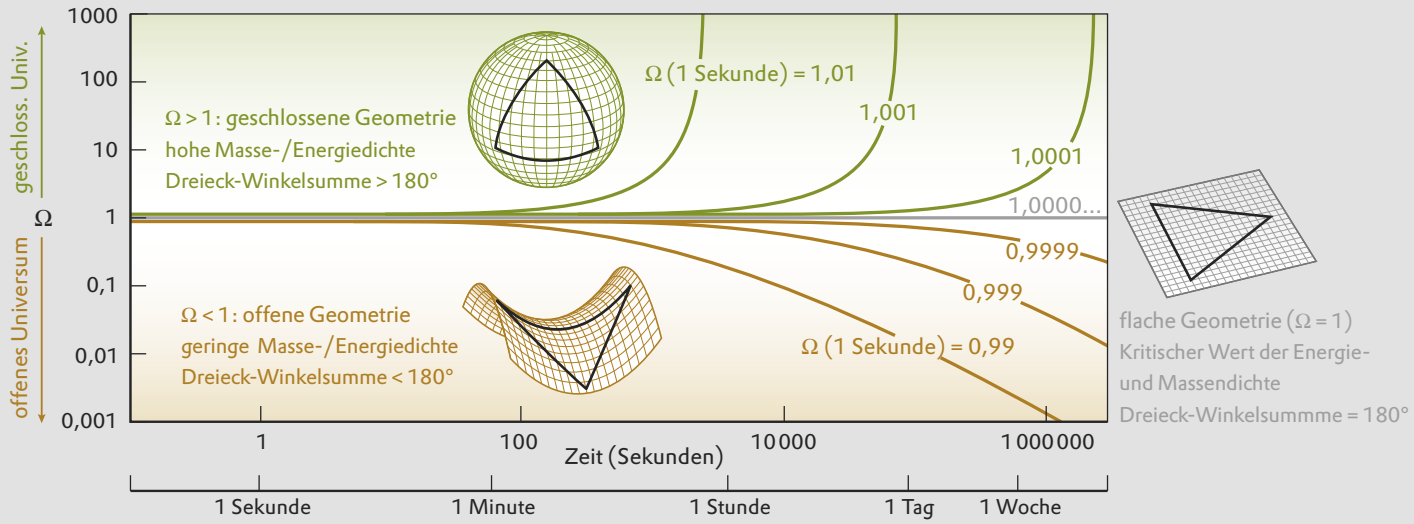
Zum einen erklärt sie, warum der Weltraum flach ist, denn jede anfängliche Krümmung des heute von der Erde aus sichtbaren Raums ist durch die starke Expansion des Universums »ausgebügelt« worden. Damit ist ein Problem gelöst, das die Kosmologen in den 1970er Jahren beschäftigte. Die damaligen ersten Daten deuteten nämlich darauf hin, dass der Raum nahezu, aber nicht vollständig flach ist. Zudem besagte die Standardurknalltheorie, die leichteste Krümmung des Universums hätte bewirkt, dass es sich zu einer »geschlossenen Geometrie« (wie ein Ball) zusammengerollt oder sich als »offene Geometrie« (wie eine Sattelfläche, Grafik nächste Seite oben) verdreht hätte. Folglich argumentierten >



CMB-KARTE (A): WMAP-TEAM; ILLUSTRATIONEN (B-D): S&T, CASEY B. REED

Das Problem der Flachheit

Die Geometrie des sichtbaren Universums hängt von der Dichte der in ihm enthaltenen Materie und Energie ab. Man definiert den Quotienten Omega (Ω) so, dass sich bei Ω = 1 eine flache Geometrie des Weltraums ergibt. Wie sich herausstellt, nähme Omega sehr schnell extrem hohe oder niedrige Werte an, wenn es im Frühstadium des Universums nur ganz leicht von 1 abwiche (Grafik unten). Auch wenn eine Zählung von Sternen, Galaxien und anderen Formen von Materie in den 1980er Jahren nahe legte, dass Omega irgendwo zwischen 0,1 und 1 liege, argumentieren die Kosmologen heutzutage, dass es aus Plausibilitätsgründen exakt bei eins liegen



S & T / AH, NACH: JEFF HESTER ET AL., 21ST CENTURY ASTRONOMY

> die Kosmologen, das Universum müsse flach sein.

Die Daten der Nasa-Raumsonde Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) und weiterer Experimente zur kosmischen Hintergrundstrahlung zeigen, dass das Universum innerhalb der Spanne des Messfehlers von ungefähr einem Prozent tatsächlich flach ist. Die Planck-Raumsonde der Esa, die voraussichtlich 2007 starten soll, soll zehnfach genauer messen. Weiterhin sagt die Inflationstheorie voraus, dass das Universum bei den größten beobachtbaren Maßstäben homogen sei. Daten von WMAP, dem Cosmic Background Explorer (Cobe) und vielen Messstationen auf der Erde (Fotos S. 30 und 31) zeigen, dass die Temperatur der kosmischen Hintergrundstrahlung über den ganzen Himmel nur um ein Hunderttausendstel schwankt. »Diese Messungen«, freut sich Guth, »stimmen mit den Vorhersagen überein.«

Ein fraktales Universum?

Eine weitere, schon erwähnte Vorhersage betrifft die Skaleninvarianz. Im Kosmos sollte die relative Anzahl und Ausdehnung von Regionen höherer oder niedrigerer Dichte ungefähr gleich sein, unabhängig davon, wie weit man bei der Messung ins Firmament hineinzoomt. Drückt man diesen Sachverhalt mathematisch durch den Spektralindex einer Exponentialgleichung aus, hat dieser den exakten Wert 1, wenn eine perfekte Skaleninvarianz vorliegt.

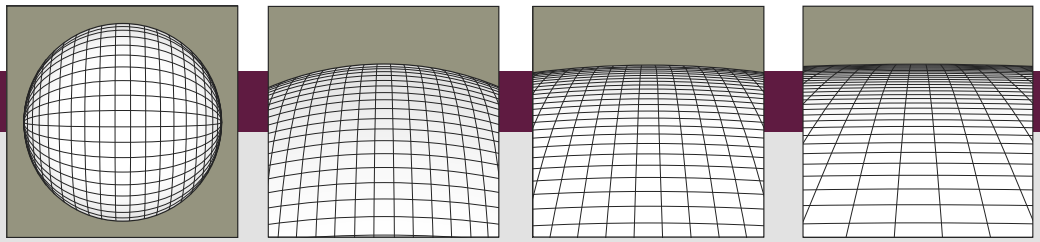
Kosmologen erwarten jedoch eine leichte Abweichung von 1, erklärt Max Tegmark vom MIT. Denn wenn das Universum exakt skaleninvariant ist, änderte sich die Dichte nie und die Inflation wäre nie zum Erliegen gekommen. Das kann aber nicht sein, sonst hätten sich nie Galaxien, Sterne und Planeten gebildet. Bis jetzt haben WMAP und die Durchmusterung »Sloan Digital Sky Survey« (SDSS) einen Spektralindex von 0,97 plus/minus 0,03 ergeben. Diese Ergebnisse hält Tegmark für sehr ermutigend. Wenn dieser Wert durch die Planck-Sonde bestätigt wird, wäre dies ein »großer Erfolg« für die Inflationstheorie. Kommen die Planck-Daten auf einen Wert von exakt 1 oder lassen erkennen, dass das Universum doch nicht flach ist, stünde die Inflation wohl vor dem Aus.

Während die Beobachter immer genauere Messverfahren entwickeln, ringen die Theoretiker mit ihren ganz eigenen Herausforderungen. Die Wichtigste ist, dass es sich bei der Inflationstheorie überhaupt nicht um eine Theorie im eigentlichen Sinn handelt. Viele Wissenschaftler sehen in der Inflationsidee eher eine Sammlung verschiedener Szenarien als ein stimmiges Gesamtbild. »Es gibt tausende Modelle«, resümiert Turner, und nur wenige von ihnen finden größere Beachtung. Diese Vielfalt beruht einerseits auf dem verbliebenen Spielraum bei den Beobachtungsdaten und andererseits auf dem noch unvollständigen Verständnis der Theorie.

Was ist des Pudels Kern?

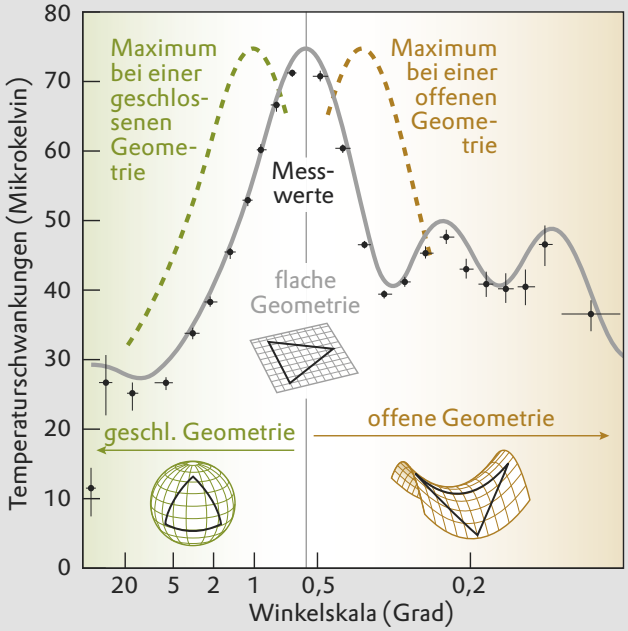
»Die Inflation ist noch immer eine vage Idee, die auf dem nebulösen Inflaton-Feld beruht«, sagt Guth. »Wie sind dessen mathematische und physikalische Grundlagen? Bis jetzt raten wir da ziemlich herum.«

Sicher ist nur, dass es wie ein Skalarfeld wirkt, vergleichbar dem Luftdruck, der an einem bestimmten Ort einen einzigen Wert hat, unabhängig davon, in welche Richtung ein Messgerät gehalten wird. Das Inflaton-Feld stellt also einfach für jeden Punkt im Raum eine Zahl dar und diese sollte, um die kosmische Inflation voranzutreiben, überall den gleichen Wert angenommen haben. Allerdings musste sie irgendwann ihre Stärke



muss. Obwohl die Inflation eine natürliche Erklärung dafür bietet, warum auch ein gekrümmtes Universum flach erscheinen kann: nämlich so, wie ein kleiner Fleck auf der Oberfläche eines Luftballons, der auf eine trillionenfache Größe aufgeblasen wird, einer Ameise flach erscheint (oben).

Das »Potenzspektrum« der kosmischen Hintergrundstrahlung (rechts) ist ein Maß, ob kleinere oder größere Regionen unterschiedliche Temperaturschwankungen aufweisen. Viele Beobachtungen zeigen, dass das Firmament bei Winkelskalen von etwas mehr als einem halben Grad am fleckigsten erscheint. Das entspricht genau den Erwartungen für einen flachen Kosmos, bei dem sich die drei Winkel eines hypothetischen intergalaktischen Dreiecks zu 180 Grad aufaddieren.



GANZ OBEN: S & T / AH, NACH: ALAN GUTH & DAVID KAISER, SCIENCE, 11. FEB. 2005, VOL. 307, NO. 5711; RECHTS: S & T / AH, NACH: MAX TEGMARK, PARALLEL UNIVERSES, SCIENTIFIC AMERICAN MAY 2003

ändern, damit die Ausdehnung zu einem Ende kommen konnte.

Den Architekten der Theorie zufolge beginnt die Inflation, wenn die potenzielle Energie des Skalarfelds die vorherrschende Kraft im Universum ist. Dieser physikalische Zustand wird von den Kosmologen als »falsches Vakuum« bezeichnet und oft mit einem Ball auf der Spitze eines Hügels verglichen. Rollt der Ball den Abhang hinunter, nimmt seine Geschwindigkeit zu. Die potenzielle wird so zur kinetischen Energie – analog dazu blähte sich im Kosmos der Raum auf. Forscher können nun unterschiedliche Szenarien entwerfen, indem sie die Steigung des Potentials verändern – die Form des Hügels.

Die ganze Idee der Inflation steht und fällt also mit dem »Stoff«, der durch das Inflaton-Feld beschrieben wird, sagt Tegmark. »Niemand weiß, woraus dieser Stoff besteht, obwohl die Gesetze der Physik seine Existenz gestatten.« Tatsächlich zeigt die mysteriöse »Dunkle Energie«, von der man mittlerweile glaubt, sie beherrsche unser Universum, dass sie eine Art abstoßender Gravitation zur Folge hat. Allerdings manifestiert sich die Wirkung dieser bislang unbekannten Energieform auch noch heute und nicht nur in der ersten 10^{-35}-stel Sekunde nach dem Urknall. Dafür ist sie heute 10^{100}-mal schwächer als das genauso mysteriöse Inflaton-Feld.

Guth glaubt, dass die »Quantengravitation« benötigt wird, um alle diese Ideen in einen sinnvollen Zusammenhang stellen zu können. Das ist eine Theorie, die die Physik des Makrokosmos (Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie) und des Mikrokosmos (Quantenmechanik und Quantenfeldtheorie) miteinander vereint. Die Stringtheorie erscheint ihm dafür als erfolgversprechendster Kandidat.

Können Strings die losen Enden verknüpfen?

»Die Antwort könnte wirklich in einer ganz neuen Art von Physik zu finden sein, die wir bislang noch nicht entwickelt haben«, stimmt Robert Wald, Physiker an der University of Chicago, seinem Kollegen zu. Allerdings könnte die Quantengravitation das Bild so radikal verändern, dass darin das Universum in seiner Frühzeit keine Phase exponentiellen Wachstums durchläuft.

Selbst wenn diese »neue Physik« erklärt, warum und wie das exponentielle Wachstum des Universums stattfand, müsse sie trotzdem die Ergebnisse reproduzieren, die die Inflationstheorien liefern, entgegnet Guth. »Wir benötigen nach wie vor einen Mechanismus, der ein Universum mit rund 10^{90} Teilchen im sichtbaren Teil des Kosmos hervorbringt«, meint er. »Das geht mit Sicherheit nicht ohne exponentielles Wachstum. Deshalb bin ich davon überzeugt, dass keine Lösung dieser Probleme sich sehr von der Inflation unterscheidet.«

In der Tat, so Guth weiter, »gehen jüngste Fortschritte in der Stringtheorie genau in diese Richtung.« 1999 beispielsweise zeigte Henry Tye zusammen mit Gia Dvali, wie die Inflation durch die schwerkraftbedingte Anziehung zweier Membranen (oder »Branen«) entstanden sein könnte. Diese Branen sind neben den Strings die grundlegenden Einheiten der Raumzeit. In Tyes und Dvalis Modell beginnt eine inflationäre Phase, wenn zwei Stapel aus dreidimensionalen Branen in einem höherdimensionalen Raum aufeinander zutreiben. Die Inflation wird dabei von der freigesetzten potenziellen Gravitationsenergie der beiden Branen angetrieben. Sie kommt zum Erliegen, wenn die beiden Branen zusammenstoßen und miteinander verschmelzen und dabei genug Energie für einen heißen Urknall freisetzen. >

Boomerang, Antarktis

BOOMERANG TEAM ANTARCTICA

Sloan Digital Sky Survey, USA (New Mexico)

FERMILAB, REIDAR HAHN

> Dieses geometrische Bild stellt mittlerweile den zentralen Aspekt der Stringtheoriemodelle dar. Aber so einfach ist die Sache nicht. Denn es müssen zusätzliche Mechanismen am Werk sein, die verhindern, dass die weiteren sechs Raumdimensionen, die die Stringtheorie vorhersagt und die normalerweise eng aufgerollt sind, sich während des Prozesses entfalten und so alles verderben. 2003 kam es schließlich zu einem Durchbruch, als Linde und drei weitere Kollegen zeigten, wie die Verschmelzung so vonstatten gehen könnte, dass die zusätzlichen Dimensionen fest zusammengerollt bleiben. Ihr Ansatz wurde seitdem den meisten Modellen einer auf Strings basierenden Inflation zu Grunde gelegt.

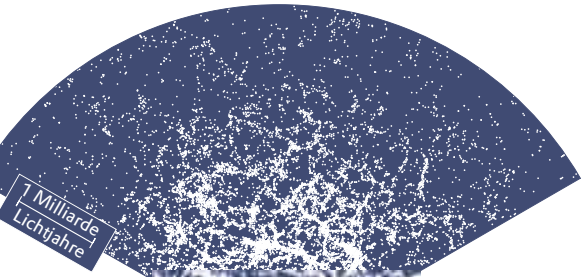
Dennoch finden Steinhardt und andere die String-Inflation ziemlich unattraktiv, weil sie eine enorme Zahl (10^{500} und mehr) möglicher Universen voraussagt, von denen jedes durch unterschiedliche physikalische Parameter und verschiedene Arten von Inflation geformt wurde. »Wir hatten gehofft, die Stringtheorie würde erklären, was die Inflation ist und Licht in die ganze Angelegenheit bringen«, sagt Steinhardt. »Stattdessen stellt sie das, was wir sehen, lediglich als Teil eines weitaus komplizierteren Bilds dar und besagt, dass wir es mit einer grenzenlosen Anzahl unterschiedlicher Versionen der Inflation zu tun haben.«

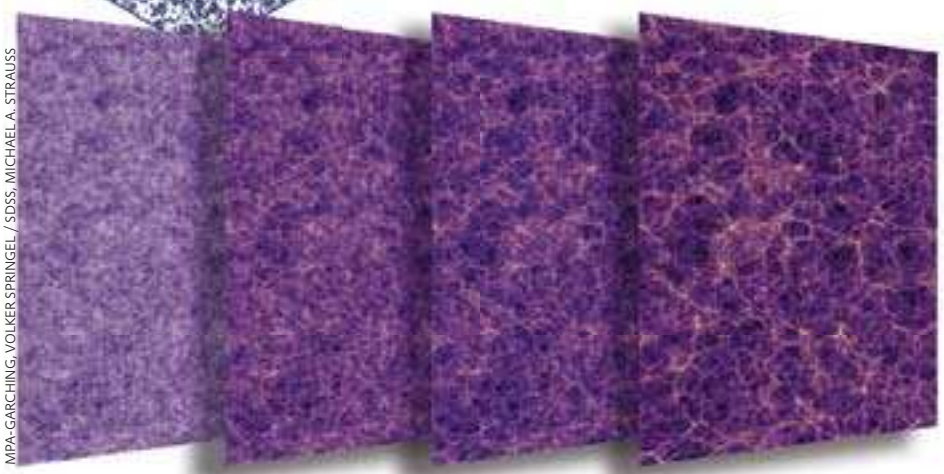
Alles schon mal dagewesen?

Da die Inflationsmodelle in Steinhardts Augen immer bizarrer wurden, wandte er sich dem »zyklischen Universum« zu, einem konkurrierenden Ansatz, den er zusammen mit Neil Turok von der Cambridge University entwickelt hatte. Dieses Szenario ist so etwas wie die Bran-Inflation ohne Inflation. Anstatt zusammenzukommen und zu verschmelzen, prallen die beiden Branen voneinander ab und bewegen sich in regelmäßigen Abständen voneinander weg und wieder aufeinander zu. Materie und Strahlung werden während der Expansionsphasen gleichmäßig verteilt, während in den Phasen der Kontraktion Dichtefluktuationen entstehen. Inflation im klassischen Sinn kommt in diesem Modell nicht vor. Linde allerdings zweifelt daran, dass Fluktuationen das wiederholte Abprallen der Branen – bei der eine Singularität auftritt, in der Materie und Energie zu unendlicher Dichte zusammengepresst werden und die konventionelle Physik zusammenbricht – in solch einem zyklischen Universum überleben könnten.

2004 fanden Matias Zaldarriaga vom Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics in Massachusetts (CfA) und seine Kollegen heraus, dass die Dichtestörungen, die in einem zyklischen Universum produziert werden, nicht skaleninvariant und daher mit den Beobachtungen unvereinbar sind. Aber Steinhardt hält an seiner Ansicht fest, dass das zyklische Universum den beobachteten Daten in jedem Punkt genauso gut entspricht wie die Inflationsmodelle.

Während Steinhardt und Turok ihre Berechnungen verfeinern, sehen andere Kosmologen derzeit keine wirkliche Alternative zur Inflation. Aber richtig »siegessicher« ist noch niemand, warnt Turner. Auch wenn die Inflationstheorie bisher jedem Versuch, sie zu widerlegen, erfolgreich getrotzt hat, ist sie noch nicht in allen Einzelheiten überprüft worden. Ohne eindeutige experimentelle Bestätigungen, fügt Turner hinzu, »wird die In-





MPA-GARCHING, VOLKER SPRINGEL / SDSS, MICHAEL A. STRAUSS

Rotverschiebung 18,3 vor 13,4 Mrd. Jahren | **Rotverschiebung 5,7** vor 12,6 Mrd. Jahren | **Rotverschiebung 1,4** vor 9,1 Mrd. Jahren | **Rotverschiebung 0** heute

Die »Millenium-Simulation«

der Forscher des MPI für Astrophysik in Garching zeigt die Entwicklung eines Universums mit zehn Milliarden Galaxien, während dieses expandiert (links). Das Ergebnis gleicht den dreidimensionalen Karten aus Durchmusterungen, die die heutige Galaxienverteilung aufzeigen. Die Inflation ermöglicht solche großräumigen Strukturen, indem sie bewirkt, dass mikroskopische Quantenfluktuationen zu makroskopischen Proportionen aufgebläht werden.

Cosmic Background Imager, Chile

CALTECH, CBI

Very Small Array, Teneriffa

U. MANCHESTER, JBO

Beobachtungen des kosmischen Mikrowellenhintergrunds und die Kartierung der Rotverschiebung von Galaxien durch Instrumente wie die oben gezeigten stützen die Inflationstheorie, weil sie die Vorhersagen eines flachen Universums mit annähernd skaleninvarianten Abweichungen von der Gleichförmigkeit bestätigen. Jedoch geraten auch diese Präzisionsinstrumente an ihre Grenzen, wenn es darum geht, die Physik der Inflationsphase, eine 10^{-35}stel Sekunden nach dem Urknall, zu untersuchen.

flation lediglich eine brauchbare Erklärungen dessen darstellen, was wir beobachten.«

In diesem Zusammenhang gibt es aber ein ganz heißes Eisen: Gravitationswellen (AH 9/2005, S. 14), die während des gleichen heftigen Phasenübergangs, der die Inflation hervorgebracht hat, emittiert wurden. Die größten dieser Raumzeitkräuselungen können nicht direkt beobachtet werden, denn ihre Wellenlängen sind so groß wie das ganze sichtbare Universum. Aber sie müssten Spuren im Mikrowellenhintergrund hinterlassen haben. Während ein solches Signal nur sehr schwer aus der Temperaturverteilung der kosmischen Hintergrundstrahlung zu isolieren ist, sagen Theoretiker voraus, dass die Gravitationswellen einen unverkennbaren Fingerabdruck in der CMB-Polarisation hinterlassen müssten.

Schonzeit für die Theorie?

Obwohl es mit Sicherheit Spuren von Gravitationswellen in der kosmischen Hintergrundstrahlung gibt, könnten sie zu schwach sein, um sie zu entdecken, fürchtet Tegmark. Für den Bereich der »klassischen Inflation« dürfte WMAP nicht empfindlich genug sein, meinte er. »Planck, die um Größenordnungen besser sein wird, könnte in der Lage sein, sie zu sehen.« Wenn nicht, läge die Hoffnung auf der Sonde »Beyond Einstein«, die – wenn sie jemals gebaut wird – die Polarisation der Hintergrundstrahlung mit noch größerer Auflösung untersuchen soll als Planck.

Die Kosmologen sind sich darüber einig, dass es ein gewaltiger Durchbruch für die Inflation wäre, wenn man Spuren von Gravitationswellen in der kosmischen Hintergrundstrahlung nachweisen könnte. Die Amplitude dieser Wellen würde die Energieskala der Inflation enthüllen – also die Temperatur des Universums während der exponentiellen Wachstumsphase – und dabei der Inflationstheorie enge Beschränkungen auferlegen. Bislang kann man nur Vermutungen darüber anstellen, was wirklich dabei herauskommt.

Einige der einfachsten Inflationsmodelle lassen so viele Gravitationswellen mit großer Amplitude erwarten, dass wir sie innerhalb des nächsten Jahrzehnts bereits ausfindig machen müssten. Sollte das nicht möglich sei, müsste eine ganze Klasse von Modellen ausgemustert werden. Aber die allgemeine Vorstellung von der Inflation würde bestehen bleiben. Dem Theoretiker Juan Maldacena vom Institute for Advanced Study in Princeton zufolge wären die Gravitationswellen, wie sie in den meisten Modellen der String-Inflation erzeugt würden, so klein, dass man sie selbst mit der besten denkbaren Technik nicht entdecken könnte.

Turner stimmt mit ihm überein, dass die Entdeckung von Gravitationswellen aus der Inflationsära ungewiss ist. Wenn die Planck-Sonde sie nicht sehen kann, müsste man mit der endgültigen Bestätigung der Inflationstheorie auf Messgeräte warten, wie Sie vielleicht in einem anderen Jahrzehnt entwickelt werden.

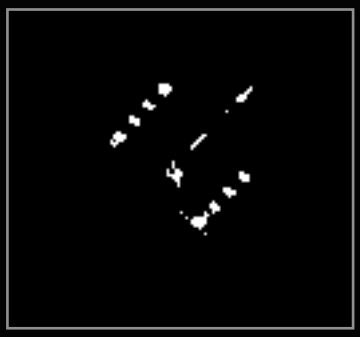
Unabhängig von der künftigen Klärung der ersten Sekundenbruchteile unseres Universums hatte Guth Recht gehabt, in der Inflationstheorie etwas zu sehen, das die Kosmologie auf Jahrzehnte beschäftigen würde, lobt sein Kollege Turner. »Eine Idee muss nicht immer in allen Punkten zutreffen, um bedeutsam zu sein, solange sie die Menschen dazu bringt, völlig neue Wege einzuschlagen, andere Konzepte auszuprobieren.« Allein vor diesem Hintergrund ist die Inflationstheorie ein gewaltiger Erfolg.

Guth ist seinerseits stolz, wie gut sich die Inflationstheorie während der letzten Jahrzehnte behaupten konnte, wenngleich er sich auch ihrer Grenzen bewusst ist. »Wir haben noch nie ein Modell des frühen Universums gehabt, das so gut zu unseren Beobachtungen passt«, machte er kürzlich in einem Vortrag geltend. »Aber wir sind noch immer so hilflos wie früher, wenn wir den Kosmos mit unserem geringen Wissen fundamentaler Physik beschreiben wollen.« Eine vollständige Inflationstheorie zu entwickeln stelle einen großen Schritt in diese Richtung dar, sagt Guth, obwohl auch da noch andere Rätsel blieben.

Linde gibt ihm Recht: »Die Phase der Inflation ist ein Teil unserer kosmischen Vergangenheit. Sie formte das Universum und löste die Bildung von Galaxien aus, aber sie sagt uns nichts über die Natur der Dunklen Materie oder der Dunklen Energie. Auch wenn sie ein sehr wichtiger Teil der Geschichte ist – und ich hoffe ein Teil, der nicht komplett umgeschrieben werden muss – ist die Inflation noch nicht die ganze Geschichte.« <<

Steve Nadis ist Wissenschaftsjournalist und hat sein Büro in der Nachbarschaft von Harvard, MIT und CfA.

Lesen Sie in der nächsten Ausgabe, warum etliche Forscher Zweifel an der Urknalltheorie hegen und welche Alternativen sie propagieren.



BEIDE FOTOS: RON DANTOWITZ

Raumfahrzeuge können für leistungsfähige Teleskope beeindruckende Beobachtungsziele abgeben. Die Internationale Raumstation ist unverkennbar (links und großes Bild). Auch am Spaceshuttle lassen sich Einzelheiten erkennen – vorausgesetzt, die Nachführung funktioniert (rechts).

Satellit, wo bist du?

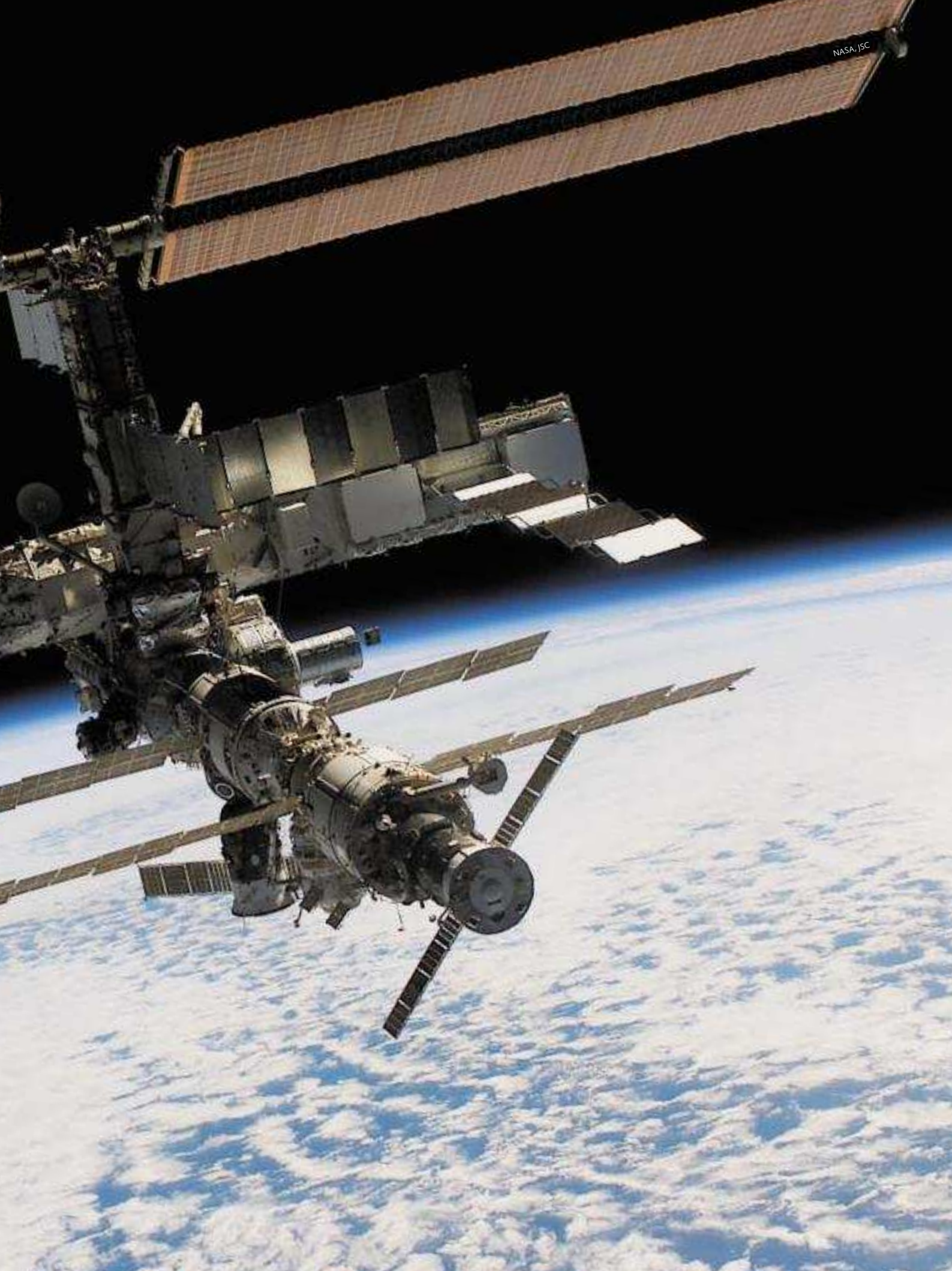
Warum immer nur astronomische Objekte beobachten, wenn doch jede Menge Trabanten ihre Bahn am Himmel ziehen?

>> J. Kelly Beatty

Die meisten angehenden Sterngucker machen sich in Gedanken eine Wunschliste von den Objekten, die sie einmal sehen möchten. Darunter sind für gewöhnlich der Mond und die Planeten, einige Sternhaufen und Nebel, vielleicht auch die eine oder andere Galaxie. Aber wissen Sie eigentlich, dass Sie an jedem klaren Abend mit bloßem Auge Objekte am Himmel erspähen können, die Generationen von Astronomen niemals zu Gesicht bekamen – auch nicht mit den besten Teleskopen der Welt?

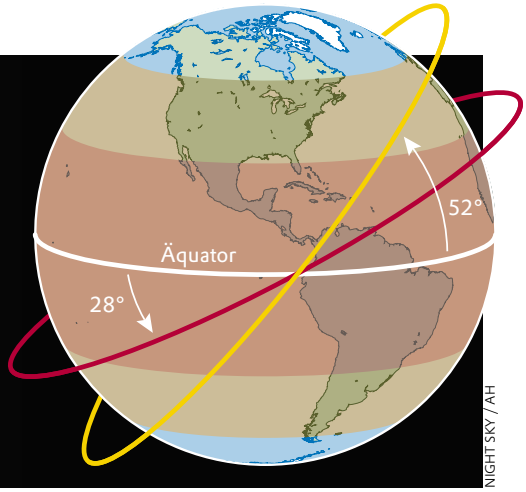
Künstliche Satelliten sind ein Phänomen des Raumfahrtzeitalters. Als die Sowjetunion im Oktober 1957 Sputnik-1 startete, die erste Raumsonde überhaupt, war das weltweit eine Sensation. Jetzt rasen die Satelliten zu tausenden hoch über unseren Köpfen durchs All, sie sind ein völlig normaler Bestandteil unseres Alltags geworden. Gegenwärtig beobachtet das Verteidigungsministerium der USA 9400 verschiedene Objekte, die unsere Erde umkreisen – angefangen mit der Internationalen Raumstation ISS, ungefähr hundert Meter im Durchmesser, bis zu Trümmerteilen von Raketen, die nur ein paar Zentimeter lang sind.

Satelliten reflektieren Sonnenlicht und machen sich daher als winzige Lichtflecken am Nachthimmel bemerkbar. Sie sehen wie Sterne aus, die sich bewegen. Wenn Sie genau hinschauen, können Sie die künstlichen Trabanten nach Sonnenuntergang oder vor Son- >


NASA, JSC

NASA, JSC

Zahllose künstliche Objekte umkreisen die Erde (links). Etwa 95 Prozent davon sind ausrangierte Satelliten, Raketenteile und sonstiger Schrott, der funktionslos durchs All treibt. Die ISS bewegt sich in einem Orbit, der um 52 Grad gegen den Äquator geneigt ist (rechts, Umlaufbahn nicht maßstabsgetreu). Verglichen mit den 28-Grad-Orbits der meisten Nasa-Satelliten ist das recht »steil«.



NIGHT SKY / AH

> nenaufgang sehen. Dann ist es am Boden dunkel, während 400 bis 800 Kilometer über dem Boden – in Höhe der Umlaufbahnen der Satelliten – die Sonne scheint. Je weiter nördlich Sie wohnen, desto näher an der Mitternachtsstunde können Sie die Raumsonden erblicken. Im Hochsommer sehen Sie die ganze Nacht hindurch Satelliten am Firmament wandern, vor allem dann, wenn Sie nördlich des 40. Breitengrads leben.

Das Beste an einer »Sat-Besichtigungstour« ist die Tatsache, dass Sie keinerlei Ausrüstung benötigen, nur Ihre Augen und einen klaren, mondlosen Abend. Gehen Sie hinaus, sobald es dunkel genug ist, um die Sterne zu sehen, und machen Sie es sich auf einer Sitzgelegenheit bequem, die es Ihnen gestattet, sich komfortabel zurückzulehnen. Wohin Sie schauen, ist nicht entscheidend, aber achten Sie darauf, dass Sie ein möglichst freies Blickfeld vor sich haben. Von einer typischen Vorstadt aus können Sie nach Anbruch der Dunkelheit zehn bis zwanzig Satelliten pro Stunde am Sternhimmel erspähen.

Rasend schnell durchs All

Genau genommen müssten es ein paar hundert sein, wenn man von der Zahl der künstlichen Trabanten ausgeht, die hell genug sind, um mit bloßem Auge wahrgenommen werden zu können. Aber in einer beliebigen Nacht reisen die meisten Satelliten entweder nicht über Ihren Horizont oder sie befinden sich gerade dann am Himmel, wenn das Sonnenlicht sie nicht erreicht.

Um nicht auf die Erde zu stürzen, müssen Satelliten sich auf ihrer Umlaufbahn mit einer Geschwindigkeit von etwa acht Kilometer pro Sekunde bewegen. Die meisten von ihnen umkreisen die Erde in eineinhalb bis zwei Stunden. Doch weil sie so weit draußen sind, scheinen sie aus unserer Perspektive nicht besonders schnell zu fliegen – ihre Bewegung sieht eher geruhsam aus. Lassen Sie Ihre Augen langsam über den Himmel wandern und hier und da verweilen, und es wird nicht lange dauern, bis Sie einen dieser künstlichen Sterne entdecken, wie er zwischen den echten Gestirnen dahinzieht. Woher weiß man aber, dass es sich nicht um einen Meteor oder ein Flugzeug handelt? Meteore huschen wie ein Blitz vorbei und sind gleich wieder weg. Flugzeuge hingegen haben Blink- und Positionslichter und machen Lärm.

Die meisten Satelliten wandern von West nach Ost, in die gleiche Richtung also, in der sie ins All geschossen wurden. Abends sind sie am hellsten, wenn sie die halbe Strecke ihres Bogens absolviert haben und gerade in den Osthimmel eintauchen; genau dann werden sie aus Sicht des Beobachters am stärksten von der Sonne angestrahlt. Einige Wetter- und Spionagesatelliten wandern von Nord nach Süd (oder umgekehrt), denn sie bewegen sich auf speziellen Umlaufbahnen, die über die Pole führen.

Die niedrigsten und hellsten Satelliten brauchen drei bis fünf Minuten, um von einem Horizont zum anderen zu gelangen, höhere und schwächer leuchtende dagegen zehn Minuten und mehr. Nur wenige werden exakt über Ihren Kopf hinwegwandern – es ist typisch, einen Satelliten beispielsweise vom Südwesthorizont aufsteigen zu sehen, bis er halbhoch im Süden seinen Scheitelpunkt erreicht und dann nach Südosten absinkt.

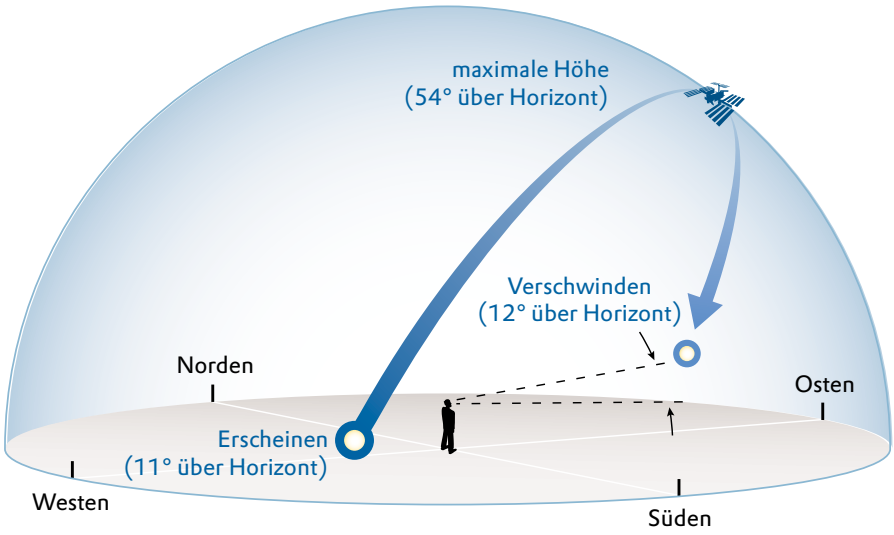
Zu späterer Stunde werden Sie möglicherweise auch Raumsonden ausmachen, die gerade in den Erdschatten verschwinden. Sie erkennen das daran, dass ihr Lichtschein langsam rötlicher wird und allmählich erlischt. Der umgekehrte Vorgang kommt auch vor: Manche Satelliten tauchen vor Sonnenaufgang vor der Schwärze des Firmaments auf, wenn die ersten Sonnenstrahlen ihre glänzenden Oberflächen beleuchten.

Viele Raumsonden (besonders solche, die nicht mehr in Betrieb sind) scheinen zu blitzen, während sie sich bewegen. Der Grund: Sie taumeln und drehen sich um sich selbst, während das Sonnenlicht auf der reflektierenden Oberfläche des rotierenden Gefährts funkelt. Wenn Sie die Blinkintervalle bestimmen, können sie die Rotationsrate abschätzen. Je nachdem, wie der Satellit beschaffen ist, blitzt er ein- oder zweimal pro Umdrehung.

Koloss am Himmel

Am einfachsten zu erspähen ist die Internationale Raumstation ISS. Ihr Aufbau begann im November 1998 mit dem Start des russischen Moduls Sarja (der Name bedeutet Dämmerung). Seither sind viele weitere Module und Komponenten hinzugefügt worden, sodass die ISS mittlerweile das größte Raumschiff darstellt, das je gebaut wurde. Normalerweise bewegt sich die Station in einer Höhe von 400 Kilometern, die dort vorhandene Restatmosphäre aber bremst sie ständig ab und lässt sie langsam sinken. In den zweieinhalb Jahren, in denen sie keine Besuche von Spaceshuttles bekam (die sie nach jedem Andockmanöver per Raketenschub um etliche Kilometer anheben), sank die Station auf eine Höhe von 350 Kilometern.

Die ISS bewegt sich in einem Orbit, der um 52 Grad gegen den Äquator geneigt ist. Sie überfliegt also alle Regionen der Erde zwischen 52 Grad Nord und 52 Grad Süd. Damit ist sie für den Großteil der Menschheit sichtbar. Wegen ihrer gewaltigen Abmessungen ist sie manchmal



Eine Satellitenprognose gibt an, wo der Satellit erscheint, wie hoch er am Firmament steigt und wo er verschwindet – nebst den dazugehörigen Zeiten (die Zahlen in der Grafik sind Beispielwerte). Die Tabelle zeigt eine ISS-Prognose für Heidelberg, wo die AH-Redaktion sitzt.

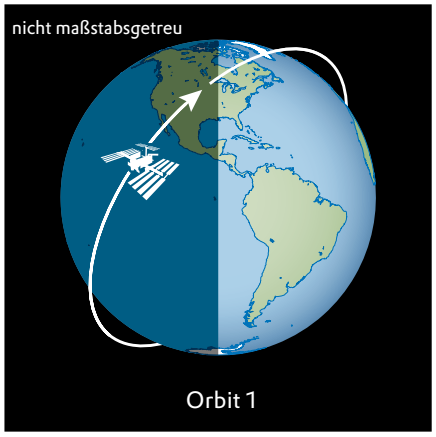
ISS-Sichtbarkeitsprognose für Heidelberg (49,4°N, 8,7°O), Quelle: heavens-above.com

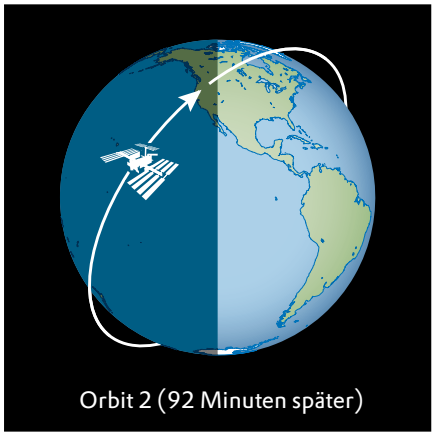
Datum	Zeit	Dauer	Erscheinen	maximale Höhe	Verschwinden
5.1.2006	18.28 Uhr	3 min 14 s	10° über W	67° über NNW	59° über NNO
6.1.2006	17.17 Uhr	5 min 49 s	10° über WSW	72° über SSO	10° über ONO
6.1.2006	18.53 Uhr	2 min 10 s	10° über W	40° über NW	40° über NW

sehr hell und überstrahlt sämtliche Sterne – ja, sie hält teils mit der Leuchtkraft des Jupiter oder der Venus mit.

Aber erwarten Sie nicht, die ISS schon in der nächsten Beobachtungsnacht zu entdecken. Denn sehen können Sie die Station nur dann, wenn sie sich zur richtigen Zeit – kurz nach Sonnenuntergang oder kurz vor Sonnenaufgang – am richtigen Ort befindet, also irgendwo oberhalb Ihres Horizonts. Außerdem weisen die meisten Satelliten wegen des störenden Einflusses der Erdanziehung zyklische »Sichtbarkeitsfenster« auf, in denen sie eine Zeit lang nur am Abendhimmel, dann nur vor Sonnenaufgang und dann wieder überhaupt nicht zu sehen sind. Die ISS durchläuft diesen Zyklus innerhalb von etwa zwei Monaten.

Sie müssen sich nicht aufs Raten oder Ihre Intuition verlassen, um die ISS zu erwischen, wenn sie über Ihnen am Himmel entlangzieht. Um exakt zu bestimmen, wo und wann sie – oder ein anderer Satellit – zu sehen ist, können Sie ein Computerprogramm herunterladen, das die Angaben aus den so genannten »two-line elements« (den TLEs) berechnet. Das sind Zahlenreihen, die die Bewegung des Trabanten mathematisch definieren, und zwar durch genaue Werte für die Inklination des Orbits, die Zahl der Orbits innerhalb von 24 Stunden und so weiter.





BILDER DIESER SEITE: NIGHT SKY / AH

Satelliten in relativ geringer Höhe unterliegen der atmosphärischen Reibung und durchlaufen leichte Veränderungen in ihrer orbitalen Bewegung; für diese benötigen Sie alle paar Wochen neue, aktualisierte TLEs.

Ich bin sicher, Sie denken jetzt: »Das muss auch einfacher gehen!« Geht es auch, zumindest für die Internationale Raumstation. Die Nasa gibt ISS-Sichtbarkeitsprognosen für ungefähr 700 Städte auf dem ganzen Globus heraus: spaceflight.nasa.gov/realdata/sightings. Sie können solche Prognosen auch von SkyandTelescope.com/observing/almanac erhalten – allerdings nur für die nächsten paar Tage. Wenn Sie längerfristige Vorhersagen brauchen, gehen Sie am besten auf heavens-above.com. Was Sie in jedem Fall bekommen, ist eine Liste von Daten und Zeiten – zum Beispiel wie in der obigen Tabelle.

Dort steht in der Spalte »Zeit«, wann die Sichtbarkeit beginnt, und in der Spalte »Dauer«, wie lang sie anhält. Um die ISS zu entdecken, gehen Sie zur angegebenen Zeit vor die Tür und schauen Sie in die Kompassrichtung, die in der Spalte »Erscheinen« angegeben ist. Konzentrieren Sie sich nicht auf einen einzelnen >

Doppeltes Vergnügen Manchmal ist die ISS zweimal am Abend zu sehen. Für einen kompletten Umlauf um die Erde benötigt sie etwa 92 Minuten; in dieser Zeit hat sich der Globus nur um 23 Grad weitergedreht.

DAVE GRADWELL

RICK FIENBERG

Iridium-Satelliten verursachen kurze, extrem helle Lichtblitze, wenn das Sonnenlicht auf ihre Antennen fällt (oben). Satelliten zu fotografieren ist einfach, sofern Ihre Kamera Langzeitbelichtungen ermöglicht. Mit Weitwinkelobjektiven erhält man ansprechende Strichspuraufnahmen (unten).

> Punkt am Himmel, denn oft erscheint die Station zu Beginn ihres Überflugs ziemlich leuchtschwach. In der Spalte »maximale Höhe« steht, wo sich die Raumstation an der höchsten Stelle ihrer Sichtbarkeit über dem Horizont befinden wird (45 Grad bedeutet halbhoch, 90 Grad über Ihrem Kopf). Die Spalte »Verschwinden« zeigt an, wo die ISS außer Sicht gerät. Ist unter »Erscheinen« eine Position hoch oben am Himmel aufgeführt, wird die Raumstation vor Sonnenaufgang ins Sonnenlicht wandern, liegt hingegen der »Verschwinden«-Ort hoch am Firmament, wird der künstliche Trabant unsichtbar werden, indem er nach Sonnenuntergang in den Erdschatten taucht.

Astronomisches Versteckspiel

Es kann auch passieren, dass die ISS an einem Abend zweimal sichtbar ist. Sie benötigt etwa 92 Minuten, um ihren Orbit zu durchlaufen, und in dieser Zeit rotiert unser Planet nur um 23 Grad. Manchmal erscheint die Station also am frühen Abend und ungefähr eineinhalb Stunden später noch einmal, bevor sie schließlich in den Erdschatten eintritt.

Ich lasse gern Kinder oder Freunde bei Gartenpartys um die Wette suchen – wer entdeckt die ISS als Erster? Manchmal versuchen wir auch ihre Helligkeit abzuschätzen, indem wir sie mit anderen hellen Sternen oder Planeten vergleichen. Sie können die Station mit einem Feldstecher beobachten, aber der ist meist zu schwach, um ihre Form optisch aufzulösen. Ein Teleskop kann die Umrisse der ISS zwar grob wiedergeben, allerdings werden Sie feststellen, dass es damit extrem schwierig ist, die Raumstation im Blickfeld zu behalten.

Eine der besten Webseiten für die Satellitenbeobachtung ist heavens-above.com (AH März/April 2003, S. 100). Sie bietet leicht verständliche Sichtbarkeitsprognosen für die ISS und andere Satelliten. Überdies kann sich der Nutzer Sternkarten zeigen und drucken lassen, die den Pfad der Sonde am Himmel darstellen, und nachschlagen, welche Satelliten er in den letzten Nächten gesehen hat.

heavens-above.com erstellt auch Vorhersagen zu den faszinierenden »Iridium-Flares«. Was ist damit gemeint? Unter den tausenden Objekten, die die Erde umkreisen, stechen ungefähr hundert Satelliten deutlich heraus – jene nämlich, die zur Iridium-Serie gehören. Es handelt sich um Kommunikationssatelliten in einer Höhe von ungefähr 800 Kilometern – dicht über der obersten Atmosphärenschicht. Sie fliegen in sechs steil geneigten Orbitalebenen, die fast genau über den Nord- und Südpol führen. Dadurch sind sie von jedem Punkt der Erde aus zu sehen.

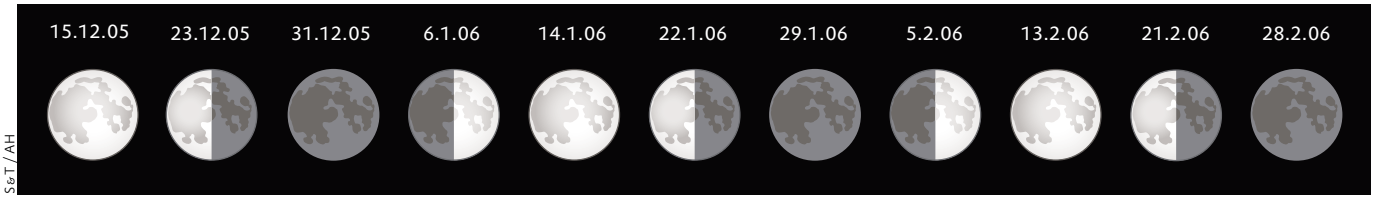
Was die Iridium-Satelliten so besonders macht, sind ihre drei extrem glänzenden, türgroßen Antennenanlagen, die wie gigantische Spiegel wirken. Sie reflektieren das Sonnenlicht zum Boden und verursachen kurze, aber intensive Lichtpulse, die vorübergehend alle Sterne und Planeten überstrahlen können. In astronomischen Maßeinheiten: Der Planet Venus erreicht bis zu –4,5ter Größe, ein Iridium-Flare dagegen –8. Größe – das ist 25-mal so hell wie der Abendstern!

Vom reinen Erlebniswert her sind die Iridium-Flares unübertroffen. Sie können versuchen, sie zu fotografieren. Fast jede Kamera, ob Film oder digital, eignet sich dafür – vorausgesetzt, sie erlaubt eine Belichtung von 15 oder 20 Sekunden. Benutzen Sie einen Film (oder eine digitale Einstellung) mit der Empfindlichkeit Iso 100 oder Iso 200, stellen Sie die Blende auf f/2.8 und befestigen Sie die Kamera auf einem robusten Stativ.

Akribie ist nicht vonnöten

Die einzige Herausforderung besteht darin, die Kamera auf den richtigen Fleck am Himmel zu richten. Überflugdaten von Satelliten werden in Azimut und Höhe angegeben. Der Azimut kann dabei als Himmelsrichtung oder als Winkel aufgeführt sein; in letzterem Fall beginnt man im Norden (also in Richtung des Polarsterns) bei null Grad, wandert am Horizont gen Osten (90 Grad), dann nach Süden (180 Grad), Westen (270 Grad) und zurück nach Norden (360 Grad). Die Höhe läuft von null Grad am Horizont bis 90 Grad im Zenit. Ihre Faust überspannt aus Ihrer Sicht etwa zehn Grad am Firmament, wenn Sie Ihren gestreckten Arm entlangschauen – ein praktisches Mittel, um Winkel zu schätzen. Iridium-Flares hinterlassen Streifen, die meist kürzer als zehn Grad sind. Wenn Sie ein normales oder ein Weitwinkelobjektiv verwenden, können Sie sich kleine Richtungsfehler also ohne Weiteres erlauben: Das große Gesichtsfeld lässt viel Spielraum. <<

J. Kelly Beatty, Redakteur beim S & T-Einsteigermagazin »Night Sky«, beobachtete seinen ersten Satelliten 1960. Der aluminiummummantelte Ballon hatte einen Durchmesser von 30 Metern.



S&T / AH

Drei-Sterne-Winter

Der Gürtel des Orions leitet Sie zu Jahresbeginn über den Winterhimmel: Eine berühmte interstellare Wolke, Stier, Fuhrmann und zwei Hunde erwarten Sie dort. **>> Fred Schaaf**

Selbst wenn Sie nur selten zum Nachthimmel hinaufschauen, ist Ihnen bestimmt schon einmal eine kurze, gerade Linie aus drei Sternen aufgefallen, die alle den gleichen Abstand und die gleiche Helligkeit haben. Das ist der berühmte Gürtel des Orions. Der Sagenriese ist das hellste Sternbild an unserem Himmel.

Die Gürtelsterne sind allerdings nicht allein für Orions Glanz verantwortlich. Seine hellsten Sterne sind Rigel (Beta Orionis, β Ori), der den rechten (westlichen) Fuß des Kriegers markiert, und Beteigeuze (Alpha Orionis, α Ori) an seiner linken Schulter. Rigel ist ein 0.-Größe-Stern, Beteigeuzes Helligkeit beträgt etwa 0,5te Größe, schwankt jedoch leicht. Der Gürtel liegt in der Mitte zwischen den beiden. Seine Sterne haben nur 2. Größe, immerhin noch so hell wie die meisten Sterne des Großen Wagens. Unterhalb des Gürtels können Sie noch einen kleinen schwach leuchtenden Fleck erkennen. Das ist M 42, der berühmte Orionnebel (AH 12/2005, S. 44).

Wie der Große Wagen dient der Gürtel nicht nur als Orientierungshilfe innerhalb des Sternbilds, sondern auch als Wegweiser zu anderen wichtigen Sternen und Sternbildern. Nehmen Sie dazu die Übersichtskarten (S. 50 und 51) zur Hand und drehen Sie sie so, dass der Südhorizont nach unten zeigt. Wenn Sie nun zu der angegebenen Uhrzeit nach draußen gehen und in Richtung des Gürtels schauen, sollten die sieben Sterne des Orions die gleiche Position haben wie auf der Karte eingezeichnet (vgl. auch Karte S. 47).

Erste Etappe: Aldebaran und die Hyaden

Verlängern Sie die Linie des Gürtels nach rechts oben. Der erste helle Stern, auf den Sie stoßen, ist Aldebaran (Alpha Tauri, α Tau). Es hat den Anschein, als forme der orangefarbene Stern 1. Größe mit einigen schwächeren Objekten eine Pfeilspitze. Das ist der berühmte Hyaden-Sternhaufen (siehe Feldstechertipp S. 55). Allerdings liegt Aldebaran in einer Entfernung von 65 Lichtjahren und gehört daher nicht wirklich zu den 150 Lichtjahre entfernten Hyaden. Zusammen bilden sie jedoch das Gesicht des Stiers, mit Aldebaran als dem leuchtenden Auge.

Jetzt erweitern Sie die Linie noch etwas weiter nach rechts oben und landen bei den Plejaden (M 45), einem kleineren, aber helleren Sternhaufen. Ganz oben, beinahe im Zenit, können Sie noch den Fuhrmann (»Auriga«) erkennen. Sein hellster Stern ist Kapella mit einer Helligkeit von ebenfalls 0. Größe.

Verfolgen Sie die Linie des Gürtels auch einmal in die andere Richtung und >

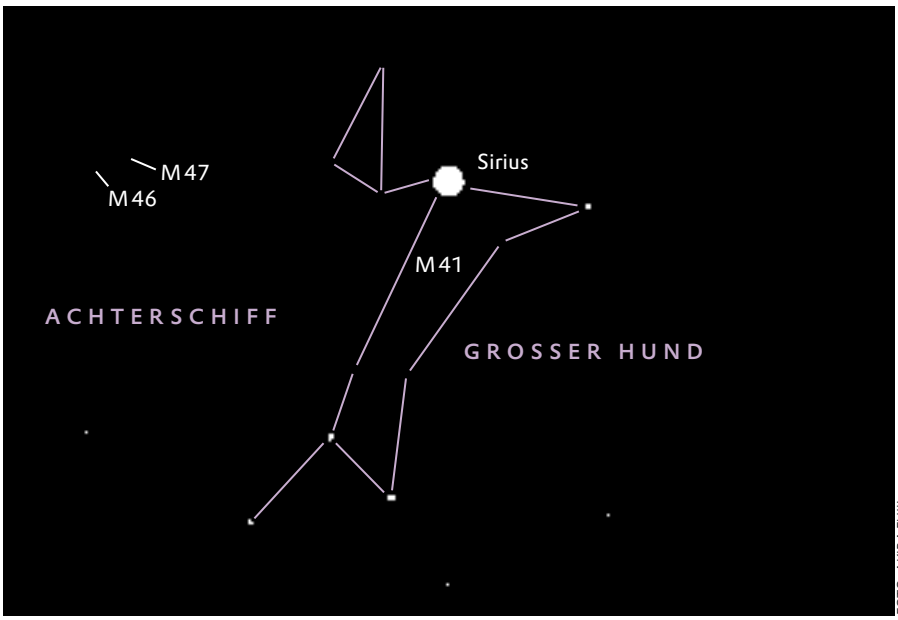
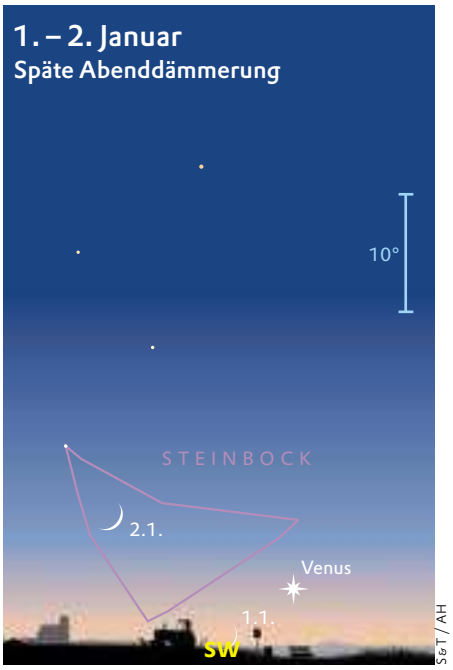
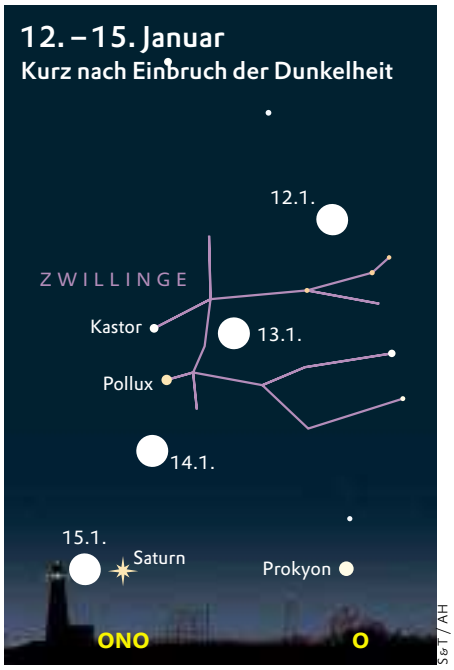


FOTO: AKIRA FUJII

Als wolle er zu ihm hochspringen, so steht der Große Hund unterhalb des riesigen Jägers Orion (Karte auf S. 47). Der Hundsstern Sirius überstrahlt Orions Gürteljuwelen bei Weitem.





Das Jahr beginnt mit Venus

kurz nach Sonnenuntergang im Südwesten. Saturn teilt sich den Himmel Mitte Januar mit einem hellen Vollmond; mit dem Fernglas entdecken Sie über ihm den Bienenkorb-Haufen. Jupiter erwischen Sie früh in der Morgendämmerung.

> dann verlängern Sie sie nach links unten. In dieser Richtung zeigt sie auf einen extrem hellen Punkt, der mit –1,5ter Größe alles in seiner Umgebung in den Schatten stellt. Das ist Sirius (Alpha Canis Maioris, α CMa), nach der Sonne der hellste Stern am Himmel. Doch damit nicht genug der Superlative. Er liegt in einer Entfernung von nur 8,6 Lichtjahren und ist damit der nächste Stern, der je von der Nordhälfte der Erde mit bloßem Auge sichtbar war.

Sirius ist der hellste Stern im Großen Hund und heißt daher auch Hundsstern. Übersehen Sie neben ihm jedoch nicht den Rest dieses Sternbilds. Es beherbergt noch einen schönen, offenen Sternhaufen: M41 (siehe S. 48). Er befindet sich ein paar Grad unterhalb von Sirius. Links vom Hundsstern entdecken Sie zwei weitere Haufen: den mit Sternen übersäten M47 sowie den schwächeren M46 (Fotos auf S. 41 und S. 49).

Der zweite himmlische Begleiter des Jägers Orion ist der Kleine Hund (Canis Minoris, CMi). Er besteht aus nur wenigen Sternen und Sie brauchen viel Fantasie, um darin einen Hund zu erkennen (Karte siehe S. 46). Am ehesten könnten sie das Hinterteil und den Schwanz eines Hundes darstellen. Unter den eher schwachen befindet sich allerdings auch ein sehr heller Stern, Prokyon, der achthellste am ganzen Himmel. Über Prokyon im Osten finden Sie noch eins der berühmtesten und optisch interessantesten Sternbilder des Tierkreises. Das sind die Zwillinge (siehe Nahaufnahme, S. 44).

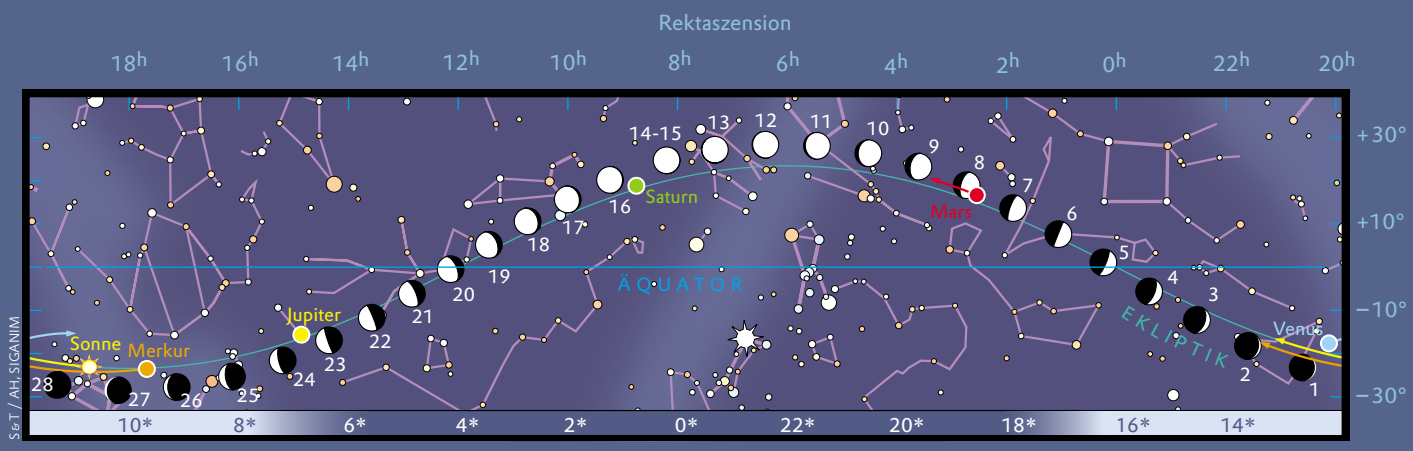
Der Rote Planet auf dem Rückzug

Merkur hat seinen ersten schönen Auftritt für dieses Jahr Ende Februar (Grafik ganz rechts oben). Zwar ist er am 10. noch tief in der Abenddämmerung verborgen und geht bereits eine Stunde nach Sonnenuntergang unter, doch am 24. erreicht er seine größte Elongation, den maximalen Winkelabstand zur Sonne. Dann geht er erst 1,5 Stunden nach ihr unter.

Venus befindet sich am Neujahrsabend in der Dämmerung sehr tief im Westsüdwesten, rechts oberhalb dem Sichelmond (Grafik ganz links oben). Sie rutscht immer weiter abwärts, bis sie um den 9. oder 10. Januar vollständig außer Sichtweite gerät. Ungefähr am 21. taucht sie dann tief im Ostsüdosten wieder in der Morgendämmerung auf. Am Monatsanfang und -ende können Sie mit stativgestützten Ferngläsern oder einem Teleskop sehen, dass sie die Form einer Sichel hat. Venus steigt immer höher, und bereits im Februar geht sie schon zwei bis

Die Panoramen für Januar und Februar zeigen Phasen und Positionen des Monds vom jeweils 1. bis zum 28. Die Pfeile kennzeichnen die Wege von Sonne und Planeten von Monatsanfang bis -ende. Die untere Leiste gibt die ungefähre Uhrzeit an, wann der darüberliegende Bereich zur Monatsmitte im Süden steht.

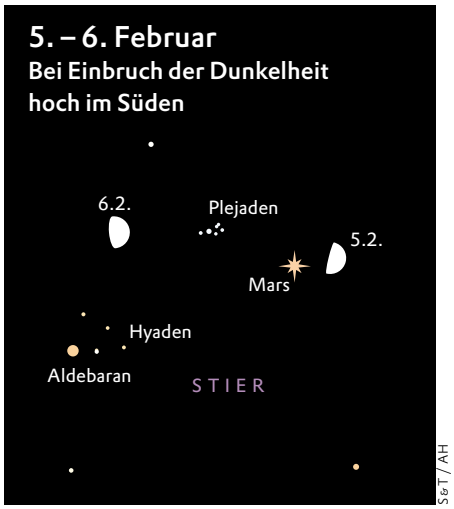
Der Mond und die Planeten im Januar 2006



2,5 Stunden vor der Sonne auf. Sie leuchtet zunehmend heller und erreicht gegen Mitte des Monats mit –4,6ter Größe ihre maximale Helligkeit. Schauen Sie einmal, wie lange Sie den Planeten noch beobachten können, wenn der Tag beginnt!

Mars steht im Januar schon in der Abenddämmerung sehr hoch im Süden und geht spät in der Nacht unter. Er ist zwar noch sehr hell, wird aber immer schwächer und kleiner, wenn die Erde ihn auf ihrer Bahn hinter sich zurücklässt. Bereits jetzt können Sie kaum noch Oberflächenstrukturen auf dem Roten Planeten ausmachen, wenn Sie ihn durch ein Teleskop beobachten. Auch im Februar wird er stetig schwächer und geht immer früher unter. So beendet er seinen Besuch am Abendhimmel bereits in der Abenddämmerung, nicht lange, nachdem Sie ihn gegen den hellen Hintergrund zum ersten Mal entdecken können. Mitte Februar können Sie mit bloßem Auge oder einem Fernrohr erkennen, wie er in einer Entfernung von nur 2,5 Grad an den Plejaden vorbeizieht.

Jupiter geht jeden Tag früher auf. Während er Anfang Januar erst gegen drei Uhr über den Horizont klettert, ist er im Februar bereits vor Mitternacht sichtbar. Seine Bahn führt ihn sehr nahe an den Doppelstern Alpha Librae heran. Zwischen dem 10. und 17. Januar erreicht er einen minimalen Abstand von weniger als einem Grad. Mit Ferngläsern können Sie diese wunderschöne Begegnung früh am Morgen beobachten. Im Februar entfernt er sich wieder von dem Stern und bietet uns schöne Ansichten im Teleskop. Die schärfsten Bilder machen Sie morgens von ihm, kurz bevor die Dämmerung beginnt und er sehr hoch im Süden steht.



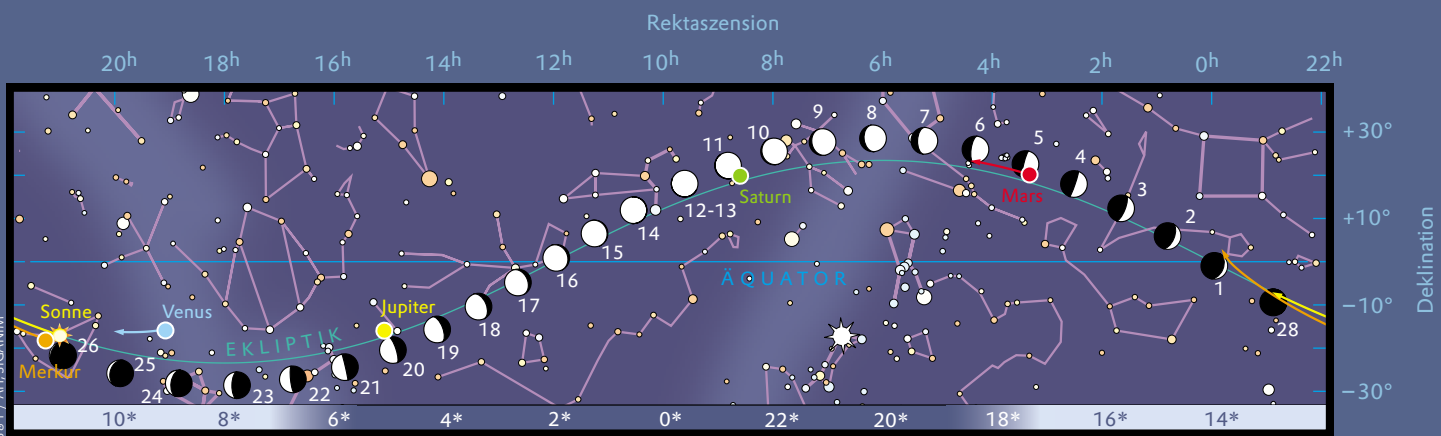
Saturn taucht im Januar am frühen Abend tief im Ostnordosten auf (Grafik S. 42 oben rechts). Er erscheint immer früher nach Einbruch der Nacht und klettert am Himmel stündlich höher. Dieses Jahr ist er in den ersten beiden Monaten am hellsten, da er am 27. Januar seine Opposition erreicht. Den ganzen Februar hindurch können Sie Ihn in direkter Nachbarschaft von M 44 beobachten, dem großen Bienenkorb-Sternhaufen.

Der **Mond** ist noch eine sehr dünne Sichel, wenn er neben Venus am Neujahrsabend auftaucht. Er nimmt jedoch immer weiter zu und besucht Mars am 8. Januar. Zu seinem zweiten Besuch beim Roten Planeten am 5. Februar befinden sich nebenan sogar noch die Plejaden. Anschließend zieht er am 14. und 15. Januar sowie beinahe als Vollmond am 11. Februar an Saturn vorbei. Am 22. Januar und in der Nacht vom 17. auf den 18. Februar nähert sich der Mond bis auf etwa ein Grad an Spika (Alpha Virginis, α Vir) in der Jungfrau an. Am 24. Januar sowie am Morgen des 20. Februar können wir ihn in einiger Entfernung von Jupiter beobachten. Noch vor der Morgendämmerung des 22. Februar schiebt sich unser Trabant mit etwa einer Mondbreite Abstand am feurigen Antares (Alpha Scorpii, α Sco) vorbei. Wenn Sie ein Teleskop mit großem Gesichtsfeld verwenden, können Sie vielleicht noch einen Blick auf den Kugelsternhaufen M 4 nebenan erhaschen. Zurück am Abendhimmel erscheint am 28. Februar eine dünne Mondsichel etwas unterhalb des verschwindenden Merkurs. <<

Ein Stelldichein im Zenit geben sich Mond, Mars und die Plejaden. Um Luna am 28. Februar zu entdecken, müssen Sie genau hinschauen: Die schmale Sichel des erst 16 Stunden alten Monds steht nach Sonnenuntergang knapp über dem Westhorizont.

Night-Sky-Redakteur **Fred Schaaf** sieht kleinen und großen Hunden mutig ins Angesicht – vorzugsweise am Himmel.

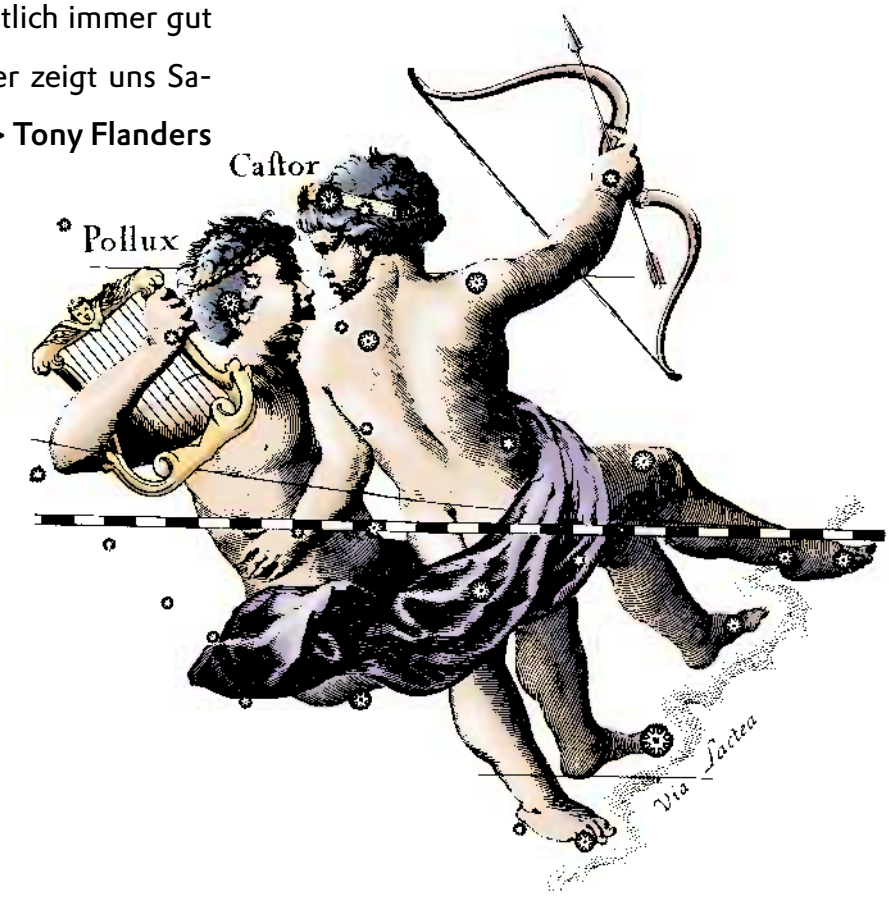
Der Mond und die Planeten im Februar 2006



Der Mond ist zum besseren Erkennen der Mondphasen auf allen Karten in Übergröße dargestellt.

Gemini: Die Unzertrennlichen

Das Sternbild Zwillinge ist eigentlich immer gut zu beobachten. In diesem Winter zeigt uns Saturn die Richtung. **>> Tony Flanders**



AUS: JOHANNES HEVELIUS, FIRMAMENTUM SOBIESCIANUM, 1690

Wenn ich nachts auf Beobachtungstour gehe, weiß ich immer ziemlich genau, wo welche Sterne stehen. Nur wenn ich mein Teleskop in einer fremden Umgebung aufbaue, fällt mir die Orientierung manchmal schwer. Dann ergeben die unzähligen Sterne am Himmel zunächst einfach keinen Sinn: Es ist, als versuche man ein Buch zu lesen, das in einer unbekannten Sprache geschrieben ist.

Ich versuche dann immer, etwas Vertrautes zu finden – ein bekanntes Sternbild etwa oder einen besonders hellen Stern. Danach ist es einfach den nächsten Orientierungspunkt auszumachen, dann den dritten – bis ich mich heimisch fühle. Diesen ersten Anhaltspunkt als Wegweiser zu den anderen Sternen zu finden ist mitunter aber recht knifflig. So sehen Sternbilder ja immer unterschiedlich aus, je nachdem welche Beobachtungsbedingungen gerade herrschen. In einer klaren, dunklen Nacht ohne Mondschein können alle Sterne eines Sternbilds zu sehen sein, von dem man in trüben Nacht aus einer Großstadt heraus gerade einmal zwei oder drei leuchtende Punkte sieht.

Eigentlich Vierlinge

Helle Sterne sind natürlich leicht auszumachen, sind aber für sich alleine genommen oft nur schwer zu identifizieren. Deshalb suche ich unter fremdem Himmel immer nach Sternpaaren. Wenn man nämlich ihre relative Helligkeit zueinander kennt und weiß, wie dicht sie beieinander stehen, sind sie unverwechselbar.

Kastor und Pollux, die himmlischen Zwillinge, sind ein solches Paar – und zudem das hellste, das man nördlich der tropischen Regionen beobachten kann. Dennoch kann man die beiden Sterne mit bloßem Auge leicht verwechseln. Denn Pollux ist nur ein kleines bisschen heller und sieht neben seinem bläulich weißen Bruder Kastor leicht gelblich oder orange aus.

Durchs Fernglas sind die verschiedenen Farben von Kastor und Pollux jedoch recht gut zu erkennen. Ein Teleskop offenbart schließlich noch weitere Unterschiede. Denn bei hundertfacher Vergrößerung zeigt sich, dass Kastor eigentlich selbst aus zwei Sternen besteht. Die blau-weißen Partner stehen sehr dicht beieinander – einer doppelt so hell wie der andere.

1802 verkündete Wilhelm Herschel – der damals schon wegen seiner Entdeckung des Uranus berühmt war –, dass diese beide Sterne Kastors umeinander kreisen. Damit war er der Erste, der die Gravitation außerhalb unseres Sonnensystems nachwies. Ältere Hobbyastronomen konnten das Phänomen im Lauf der Zeit miterleben: Heute stehen die beiden Sterne doppelt so weit voneinander entfernt wie 1960, als sie sich am nächsten standen.

Übrigens leuchten beide in schöner Regelmäßigkeit mal etwas stärker und mal etwas schwächer, was beweist, dass jeder von ihnen seinerseits aus zwei Sternen besteht. In Wahrheit tummeln sich hier also Vierlinge. Allerdings kann man sie mit keinem Teleskop der Welt beobachten. Denn die vier Sterne Kastors sind nur ein paar Millionen Kilometer voneinander entfernt, ihr Abstand ist

also viel zu klein, um sie von der Erde aus zu unterscheiden.

Die alten Griechen hatten natürlich keine Fernrohre und konnten deshalb nicht wissen, dass Kastor aus mehreren Sternen besteht. Kastor und Pollux waren aber so auffällig, dass sie schon damals Namen bekamen. In der Antike war das selten, vielmehr beschrieb man ein Objekt am Himmel etwa so: »der helle Stern an Orions linker Schulter«.

Der griechischen Mythologie zufolge wurden Kastor und Pollux als Zwillinge von ihrer Mutter Leda geboren – hatten aber unterschiedliche Väter: Zeus und Tyndareus. Als Sohn des Gottes Zeus war Pollux unsterblich, während Kastor ein Sterblicher war – so wie sein Vater, der König von Sparta und Gemahl von Leda.

Noch berühmter als die Zwillingsbrüder waren ihre Schwestern Helena und Klytemnaestra. Helena, die schönste Frau der Welt, löste den Trojanischen Krieg aus, als sie mit Paris, dem Prinzen von Troja, durchbrannte. Und Klytemnaestra kam zu ewigem Ruhm, indem sie ihren Mann Agamemnon ermordete, kurz nachdem der aus diesem Krieg zurückgekehrt war. Als Kastor im Kampf getötet worden war, konnte sein unsterblicher Bruder Pollux es nicht ohne ihn aushalten und flehte seinen Vater an, Kastor wieder zum Leben zu erwecken. Zeus ließ sich schließlich überreden – allerdings mussten sich die beiden Brüder fortan Pollux' Unsterblichkeit teilen. Sie sollten ihr Leben je zur Hälfte unter den Toten der Unterwelt und im Sternbild Gemini am Himmel verbringen.

Natürlich gehören zu der Konstellation mehr als nur zwei Sonnen. Der Eindruck von Zwillingen wird aber verstärkt durch parallel verlaufende Sternketten, die von Kastor und Pollux aus nach rechts verlaufen. Wenn sich das Sternbild spät in der Nacht oder in den kommenden Monaten zur Seite neigt, zeigen diese anderen Sterne eher nach unten.

Kastor und Pollux sind eindrucksvolle Objekte, aber ich möchte auch auf den dritthellsten Stern an Pollux' Fuß hinweisen. Er wurde von den Arabern nach dem Brandmal ihrer Kamele Alhena benannt. Der gut hundert Lichtjahre entfernte Stern ist nur ein wenig blasser als Pollux und erschiene überall anders am Himmel von herausragender Klarheit. Umringt von fünf der zehn hellsten Sterne überhaupt und ohne Zwillingsbruder, der ihn mit Leuchtkraft unterstützten könnte, wird Alhena aber oft übersehen.

Seltener Besuch

Im letzten Jahr bekamen Kastor und Pollux übrigens einen dritten leuchtenden »Stern« dazu: Saturn. Der Planet stand im Sommer nur knapp unterhalb des Sternbilds. Mittlerweile ist er östlich der Zwillinge zu sehen, außerhalb des Wintersechsecks. Saturn ist zwar viel heller als das Zwillingspaar, sieht mit seinem intensiv gelben Schein dem Stern von Pollux aber recht ähnlich. Man sollte die diesjährige Konstellation nicht verpassen, denn erst im Jahr 2034 wird der Gasriese die Zwillinge erneut besuchen.

Zusammen mit Kapella in der Nähe sind Kastor und Pollux die letzten großen Wintersterne, die sich in den Himmel hinaufschwingen. Bis April stehen sie hoch am Himmel und bilden eine Brücke zwischen Winter- und Frühlingshimmel. Im Frühsommer schimmern sie noch tief am Horizont im abendlichen Zwielicht.

Kastor und Pollux leuchten von allen bekannten Wintersternen am schwächsten, aber sie sind leicht zu entdecken, weil sie zu zweit sind. In der griechischen Mythologie gingen die Zwillingsbrüder Seite an Seite durch dick und dünn. Am Nachthimmel haben sie schließlich ihre gemeinsame Unsterblichkeit erlangt – als Sternbild Gemini. <<

Obwohl er wusste, was ihn erwartete, war **Tony Flanders** tief beeindruckt, als er eines Morgens im vergangenen Sommer Saturn neben Kastor und Pollux aufgehen sah.

NIGHT SKY / AH

E.C. KRUPP

Erst im Jahr 2034 wird Saturn das nächste Mal im Sternbild Gemini aufgehen (oben). In Gestalt zweier monumentaler Statuen bewachen Kastor und Pollux die Piazza del Campidoglio, den Kapitolsplatz, in Rom (unten).

Das Winterdreieck entdecken

In den langen Nächten lassen sich im Orion, dem Sternbild des Jägers, unzählige Sternhaufen und Mehrfachsterne beobachten.

>> Sue French

Wenn auf der Nordhalbkugel Winter herrscht, sind mehr Sterne zu sehen als zu jeder anderen Jahreszeit. Doch man muss sich warm einpacken. Manche ziehen sich an, als gingen sie zum Skilaufen – und vergessen dabei, dass die Sportler ständig in Bewegung sind und Wärme produzieren. Sterngucker hingegen rühren sich meist gar nicht. Damit Ihnen nicht kalt wird, sollten Sie mehrere lockere Schichten Kleidung übereinander anziehen. Und Sie sollten unbedingt eine Mütze tragen. Denn bei niedrigen Temperaturen wird der Körper zunächst Hände und Füße auskühlen lassen, um den Kopf warm zu halten.

Großartiger Jäger

Wenden wir uns zu Beginn nach Süden. Denken Sie daran, dass die Sonne in dieser Jahreszeit im Südwesten verschwindet. Wenn Sie also in die Richtung des Sonnenuntergangs schauen und eine Vierteldrehung nach links machen, sehen Sie in die richtige Richtung. Sie brauchen es gar nicht so genau zu nehmen, denn der majestätisch wirkende Orion ❶ ist auch bei einbrechender Dunkelheit gar nicht zu übersehen. Der Sohn des Poseidon, ein Riese und Jäger, verfügt über mehr helle Sterne als alle anderen Sternbilder.

Viele Menschen bemerken zuallererst Orions Gürtel, der aus drei gleich hellen Sternen besteht, die in einer geraden Linie von links unten nach rechts oben angeordnet sind. Über dem Gürtel markieren zwei strahlende Sterne die Schultern des Jägers Orion. Der hellere der beiden, auf der linken Seite, wird Beteigeuze genannt. Der Name leitet sich aus dem arabischen Yad al-Jauzà ab: die Armbeuge des Mittleren. Der andere heißt Bellatrix, die Kriegerin.

Unter dem Gürtel werden Sie zwei weitere helle Sterne finden. Der blassere heißt Saiph (arab.: Schwert) beziehungsweise Kappa Orionis (κ Ori). Er sitzt auf einem der Knie Orions. Da der Jäger typischerweise mit einem leicht gebeugten Knie gezeichnet wird, denkt man sich den helleren der beiden Sterne – Rigel (aus dem Arabischen Rijl Jauza al-Yusra: linker Fuß des Mittleren) – gewöhnlich als seinen Fuß.

Die beiden hellsten Objekte Orions funkeln deutlich in verschiedenen Farben. Betrachten Sie abwechselnd Beteigeuze und Rigel. Beteigeuze sieht im Vergleich mit dem blauweißen Rigel rötlich orange aus. Diese Farbtöne entstehen durch unterschiedliche Temperaturen an den Oberflächen. Die kühlsten Sterne glühen rötlich, während die heißesten bläulich erscheinen.

Orion ist sicher eines der attraktivsten Sternbilder. Von jedem bewohnten Ort der Erde ist es in seiner Gesamtheit zu sehen. Überall und zu allen Zeiten sah man darin einen menschlichen Körper. Orion ist auch deshalb ein Favorit unter Hobbyastronomen, weil es in seinem Schwert den großartigen Orionnebel M 42 (AH 12/2005, S. 44) gibt. Außerdem lassen sich zahlreiche Doppel- und Mehrfachsterne beobachten.

Hellster Stern am Firmament

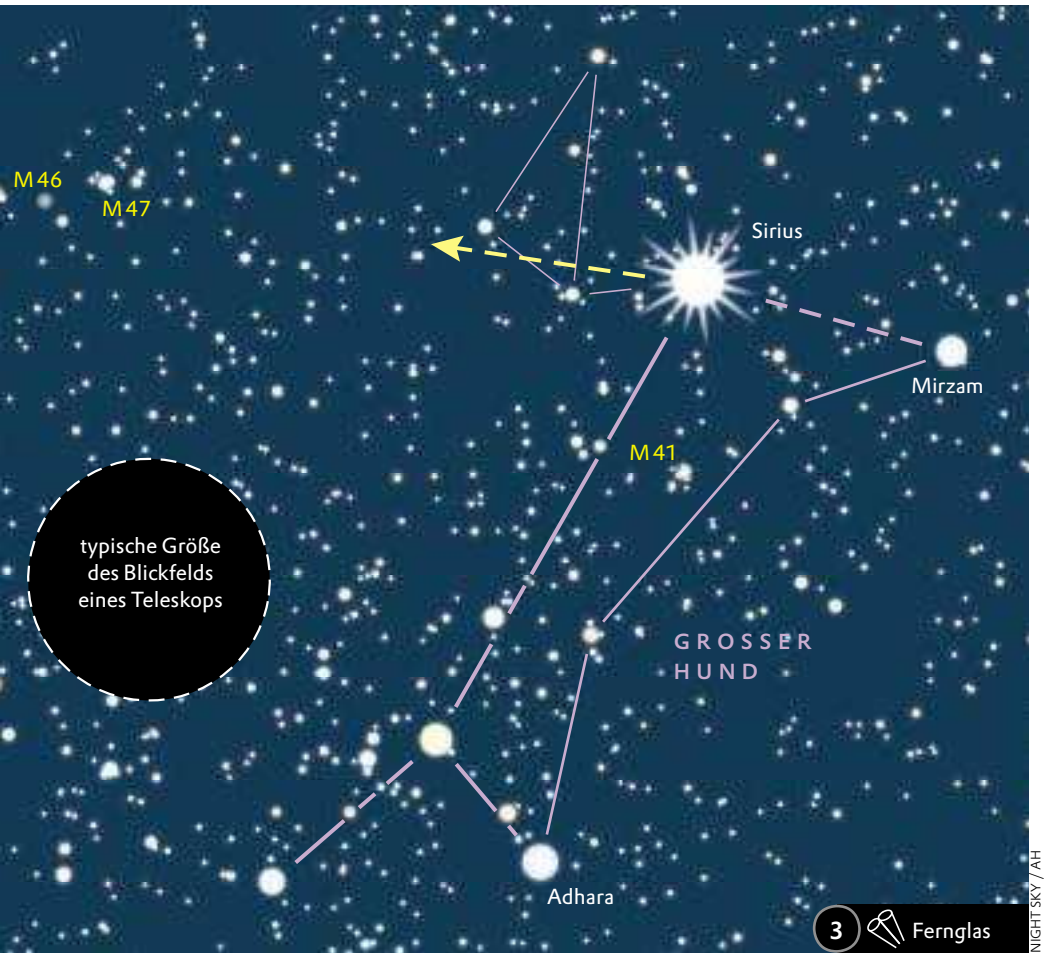
Der Fünffachstern Sigma Orionis ❷ etwa ist mit dem bloßen Auge als schwacher Stern genau unter Alnitak (arab.: Gürtel) zu sehen, dem Stern links außen in Orions Gürtel. Wenn Sie ein schwächeres Okular verwenden, sollten sie beide zusammen betrachten können. Erhöht man die Vergrößerung auf 50fach, so zeigt sich Sigma als ein winziger Bogen aus drei blauweiß funkelnden Sternen. Bei noch stärkeren Vergrößerungen wird schließlich ein vierter, schwächerer Stern sichtbar, der dicht am hellsten Stern des Bogens liegt. Große professionelle Teleskope zeigen sogar, dass dieser hellste Stern ein Doppelsystem ist, in dem die beiden Partner extrem eng beieinander stehen.

Dem Orion folgt Canis Maior ❸ (CMa) auf den Hacken, der Große Hund. Um >

NIGHT SKY / AH

Zu Orion und seinen beiden Hunden gehören vier der zehn hellsten Sterne am Firmament. Die Karte zeigt die Konstellation, wie sie von Anfang Januar (gegen 23.00 Uhr) und Ende Februar (gegen 20.00 Uhr) am Südhimmel zu sehen ist.

KEN HEWITT-WHITE



Der Sternhaufen M41 findet sich nach einem Drittel der Strecke zwischen Sirius und Adhara. M46 und M47 liegen zwei oder drei Sichtfelder eines Fernglases links vom Hundsstern, ziemlich genau gegenüber von Mirzam.

> dieses Sternbild zu finden, ziehen Sie eine imaginäre Linie durch Orions Gürtelsterne nach links unten. Verlängern Sie diese Linie, erreichen Sie Sirius, den hellsten Stern am gesamten Nachthimmel. In Europa werden Sie den so genannten Hundsstern immer ziemlich niedrig am Himmel sehen, wo er oft heftig funkelt.

Hitziger Hund

Das liegt an den dichten Schichten turbulenter Luft, die sein Licht durchdringen muss. Sirius blitzt in rasch wechselnden Farben auf, ähnlich wie ein rotierender Kristall im Sonnenlicht. Diese Analogie trifft es ganz gut. Sowohl der Kristall als auch die Atmosphäre wirken wie Prismen – sie brechen das Licht in seine farbigen Bestandteile. Kein Wunder also, dass der Name Sirius – abgeleitet vom griechischen Wort seirios – »der Glühende« bedeutet. Übrigens teilt sich Sirius im Sommer den Taghimmel mit der Sonne – weshalb man früher dachte, dass sie mit ihrer gemeinsamen Strahlkraft die sengende Hitze der »Hundstage« bringen.

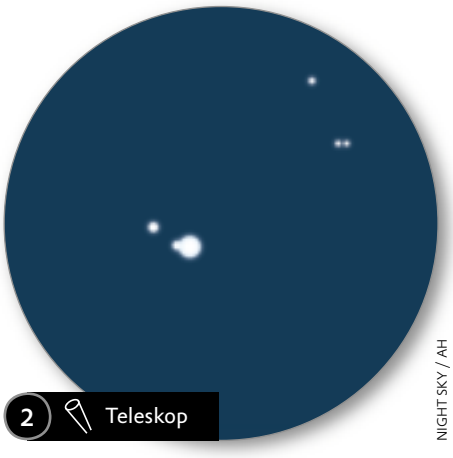
Links von Sirius bilden drei schwache Sterne in einem Dreieck den Hundekopf. Auf der anderen Seite markiert Mirzam (arab.: Vorbote) die Vorderbeine des Großen Hundes, während die Hinterbeine unten bei Adhara (vom Arabischen Al 'Adhara: Jungfrauen) enden.

Wenn Sie einen Feldstecher auf Sirius richten und mit dem Blickfeld ein wenig abwärts wandern, dann stoßen Sie auf einen großen, nebligen Flecken, der mit winzigen Sternen übersät ist. Er trägt den unromantischen Namen Messier 41 (M41 ❹), was bedeutet, dass er das 41. Objekt in jenem Katalog ist, den der Astronom Charles Messier im 18. Jahrhundert zusammengestellt hat. Diese relativ jungen Sterne wurden in der gleichen Wolke aus Gas und Staub geboren. Ihre gegenseitige Schwerkraft hält sie lose zusammen. Unsere Sonne wurde vermutlich in genau so einer »Assoziation« geboren, doch sie ist schon lange von ihren Geschwistern davongedriftet. Wer M41 in einer dunklen, klaren Nacht betrachtet, erkennt selbst mit bloßem Auge einen Schein, der ein wenig aussieht wie Dunst oder Raureif. Wenn Sie ein Teleskop haben, dann benutzen Sie am besten das schwächste Okular. Mein Zehn-Zentimeter-Teleskop löst den Dunst bei einer 17fachen Vergrößerung auf und lässt eine Gruppe von fünfzig Sternen sichtbar werden – manche hell strahlend, andere eher blass. Die beiden hellsten bilden ein Paar im Zentrum des Haufens.

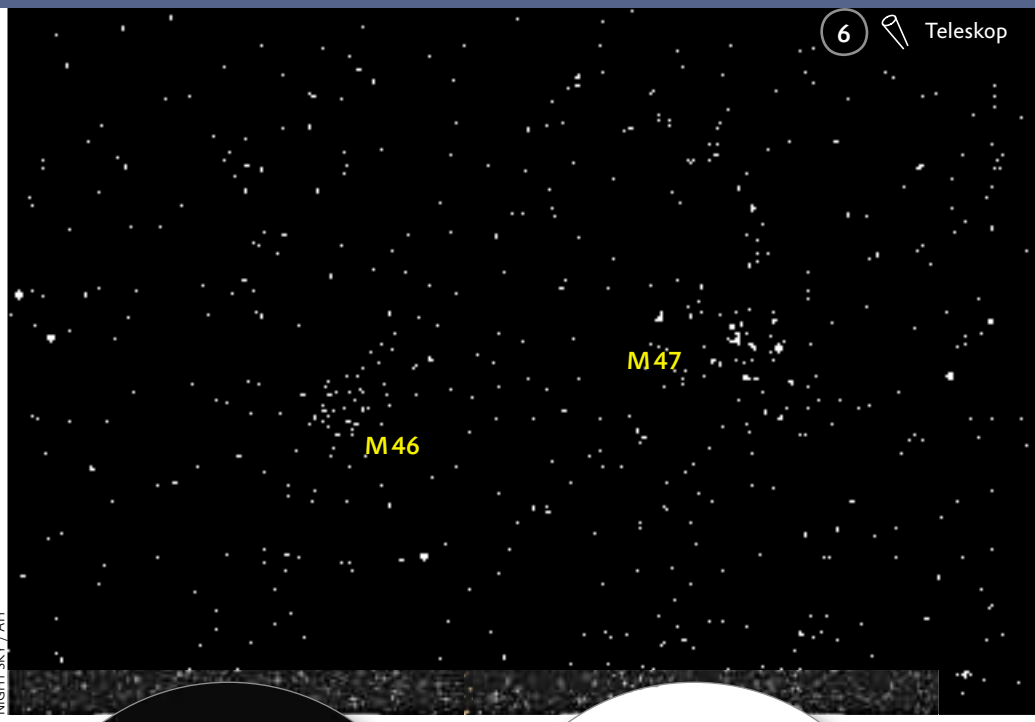
Mit einer Hand

Der westliche der beiden Sterne – derjenige, der aus dem Okularfeld als Erstes herausdriftet – glänzt golden. Erhöhe ich die Vergrößerung auf das 47fache, steigt die Anzahl der sichtbaren Sterne auf achtzig. Viele sind perlschnurartig angeordnet und laufen strahlenförmig aus dem Zentrum heraus.

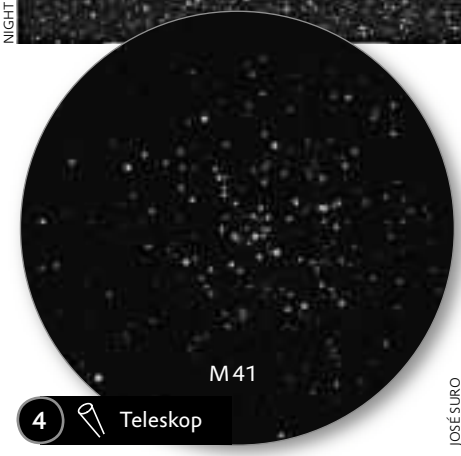
Orion hat auch einen kleinen Jagdhund, Canis Minor ❺ (CMi). Zieht man eine Linie durch Orions Schultern, von Bellatrix durch Beteigeuze, dann weist sie ungefähr in die Richtung des Kleinen Hunds. Der hellste Stern dieses Sternbilds ist Prokyon, womit die Griechen »vor dem Hund« meinten – vermutlich, weil er nördlicher steht und deswegen am Abend vor dem Hundsstern aufgeht.



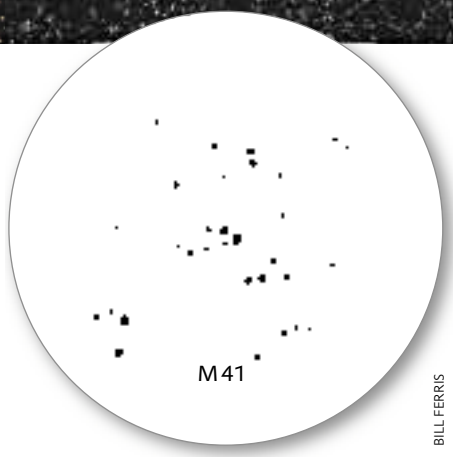
So erscheint Sigma Orionis durch ein Vier-Zoll-Teleskop mit 87facher Vergrößerung. Die drei Sterne oben rechts gehören zum Mehrfachsystem Struve 761.



NIGHT SKY / AH



JOSÉ SURO



BILL FERRIS

Der Sternhaufen M46 enthält eher blasse Sterne, während in M47 auch einige sehr helle Objekte strahlen. Der schwach leuchtende Ring im oberen Teil von M46 – ein Planetarischer Nebel – lässt sich mit einem Acht-Zoll-Teleskop gut erkennen (oben). In M41 leuchten gelb und orangefarbene Sterne vor einem Hintergrund aus bläulichen Gestirnen (unten links). Die Zeichnung des Sternhaufens stammt von Bill Ferris nach einem Blick durch seinen Zehnzöller mit 36facher Vergrößerung (unten rechts).

Zusammen mit Beteigeuze und Sirius formt er das große, gleichseitige Winterdreieck. Wenn Sie Ihren Arm ausstrecken und die Finger Ihrer Hand spreizen, dann können Sie das Winterdreieck gerade eben bedecken. Die matten Sterne innerhalb des Winterdreiecks gehören zum größten Teil zu dem Sternbild namens Monoceros, dem Einhorn.

Wenn Sie über ein Teleskop mit äquatorialer Montierung verfügen (bei dem eine Achse Richtung Polarstern zeigt), dann können Sie die wunderschönen Sternhaufen M46 und M47 ❻ finden. Sie müssen Ihr Teleskop nur auf Prokyon richten und dann genau nach Süden schwenken – und zwar drei oder vier Sichtfelder des Teleskops weit. Oder Sie nutzen Canis Maior als Leitbild: Ziehen Sie eine imaginäre Linie von Mirzam durch Sirius, und verlängern Sie sie etwas mehr als zweimal um die gleiche Distanz.

An einem sehr dunklen Himmel werden Sie dort mit Ihrem bloßen Auge zudem einen schwachen, undeutlichen Fleck sehen können. Wenn nicht, versuchen Sie es noch einmal mit einem Feldstecher oder dem Sucher. Das kann ein bisschen schwierig werden, denn Sie müssen von Sirius mit dem Blick ein ganzes Stück wegwandern. Aber der hellere der beiden Sternhaufen, M47, sollte Ihnen auffallen, sobald Sie an der richtigen Stelle sind. Mit einem kleinen Sucher ist M47 als ein Nebelfleck zu sehen. Mit einem guten Feldstecher lassen sich ungefähr ein Dutzend Sterne erkennen, und beinahe jedes Teleskop wird eine Vielzahl heller und schwacher Sterne enthüllen – in einer Gruppe, deren Durchmesser so groß erscheint wie der Vollmond.

Halten Sie mit einem Fernglas Ausschau nach einem wolkigen Schimmer links unterhalb von M47, im gleichen Sichtfeld. Dort ist unser anderer Sternhaufen, M46. Er ist ungefähr genauso groß wie M47, besitzt aber viel blassere Sterne. Ist es nicht sehr dunkel, kann man ihn mit einem kleinen Sucher kaum erkennen.

Falls Sie ein Okular besitzen, das eine Vergrößerung von 25fach oder kleiner liefert, dann können Sie beide Sternhaufen im gleichen Sichtfeld unterbringen. Zusammen betrachtet bieten sie in ihrem Kontrast ein fantastisches Studienobjekt.

Die Sterne von M47 sind locker gestreut, doch einige von ihnen erscheinen durch ein Teleskop ziemlich leuchtstark. M46 hingegen ist überreich an dicht stehenden blassen Sternen. Beide Sternhaufen befinden sich in dem unauffälligen Sternbild Puppis, dem Achterdeck des Schiffs der Argonauten, das weit gehend unterhalb unseres Horizonts liegt.

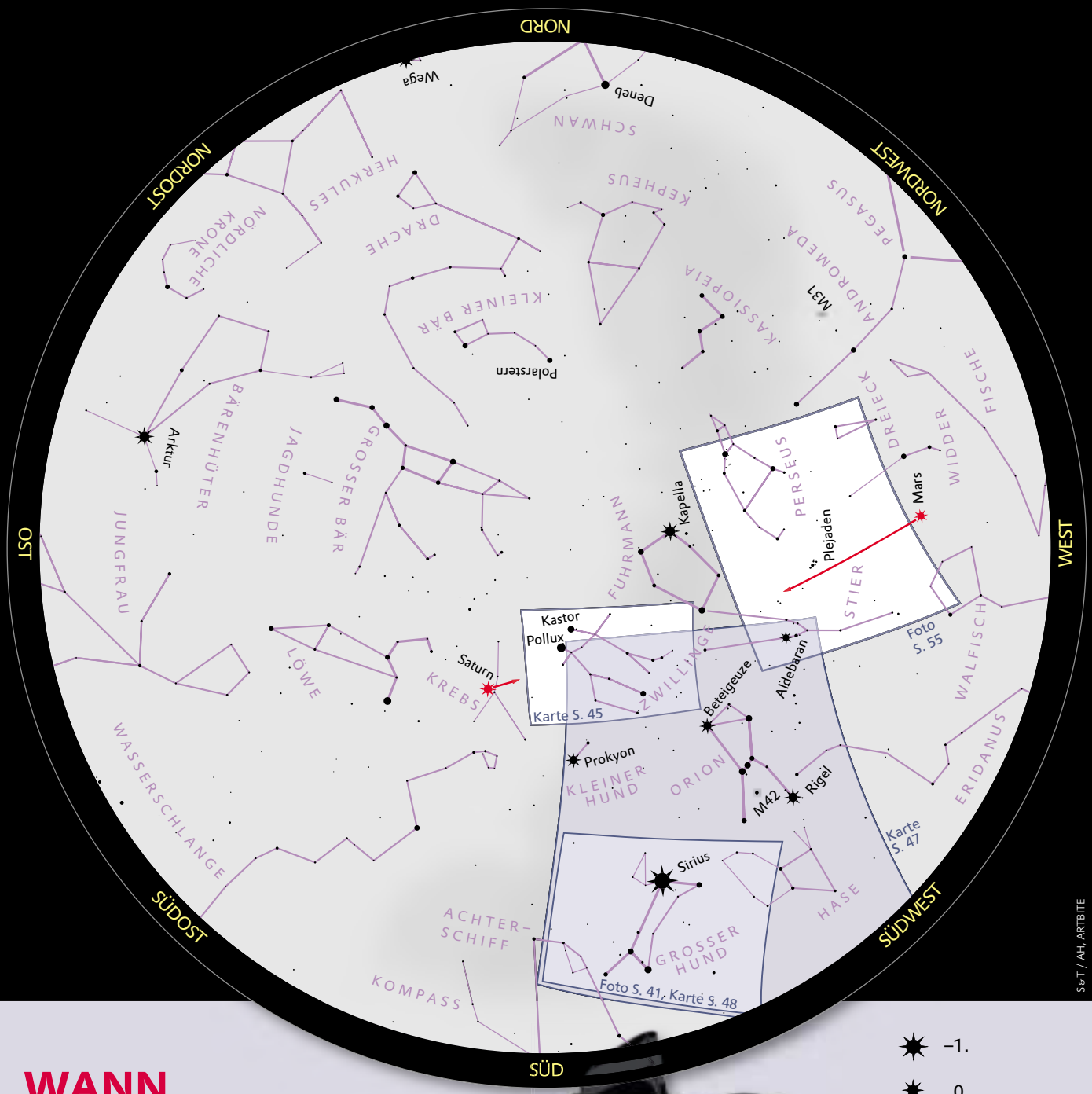
Das Winterdreieck lässt sich in unseren Breiten noch bis Mitte April beobachten – Sie haben also noch viel Zeit, um draußen unter dem Sternhimmel seine funkelnden Schätze zu erkunden. Aber vergessen Sie nicht, sich warm anzuziehen. <<

Sue French schreibt regelmäßig für Sky & Telescope und Night Sky.

In der Nachbarschaft

Die meisten Sterne in diesem Teil des Himmels sind ziemlich weit von uns entfernt. Ihr Licht war im Schnitt rund tausend Lichtjahre unterwegs. Sirius und Prokyon aber liegen gleichsam um die Ecke. Sie sind nur neun beziehungsweise elf Lichtjahre von der Erde entfernt. Allerdings ziehen sie nur kurz an uns vorbei: In einer Million Jahren wird sich ihre Distanz verzehnfacht haben und ihr heller Schein deutlich verblassen.

STERNTAFEL



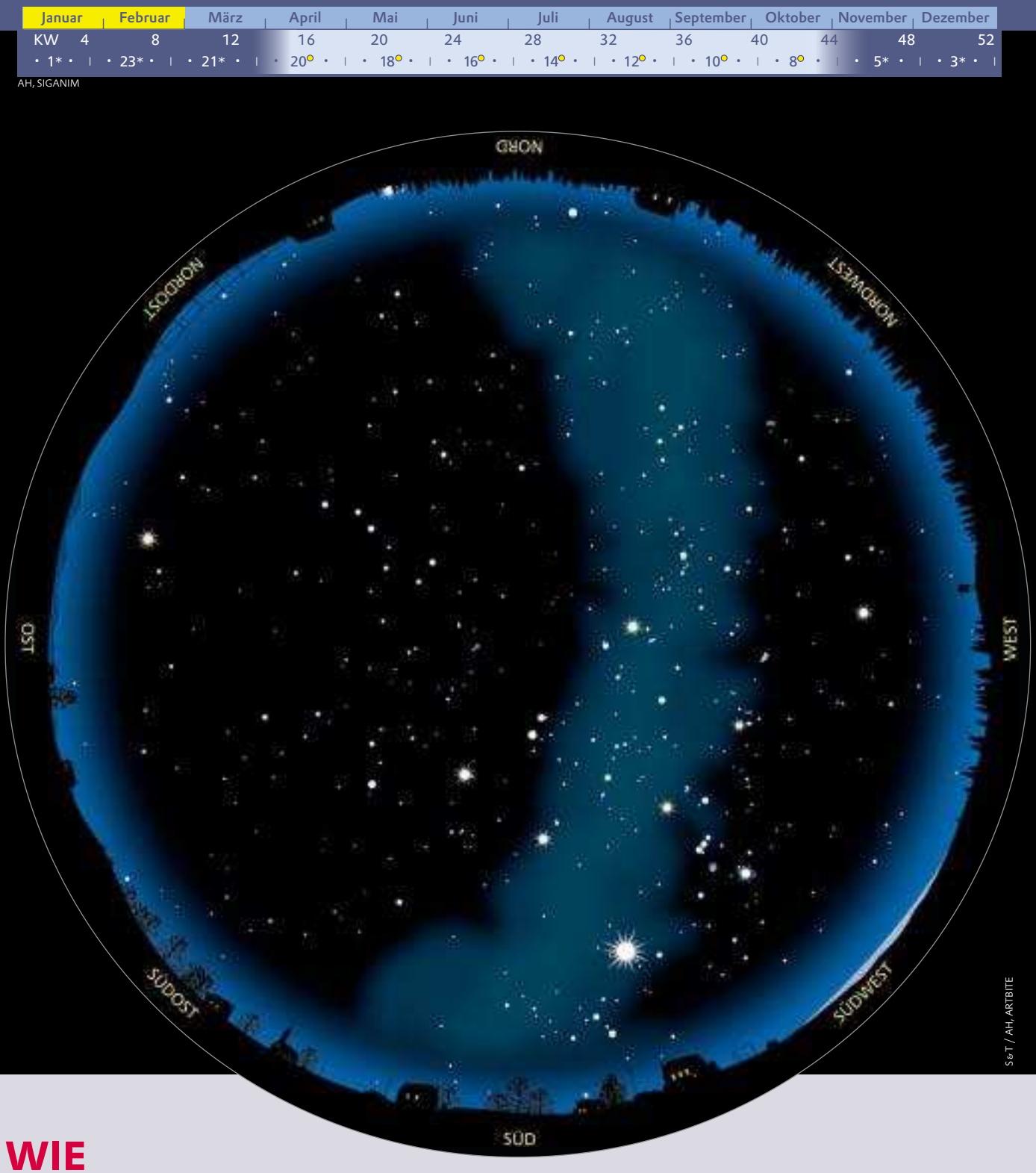
WANN

Der Zeitleiste (oben rechts) können Sie die Gültigkeit der Sternkarten entnehmen. Wählen Sie das Datum anhand des Monats oder der Kalenderwoche (KW) und lesen Sie direkt darunter die zugehörige Uhrzeit ab. Beispiele:

November, zweite Hälfte: **2 Uhr***
Dezember, zweite Hälfte: **0 Uhr***
Januar, zweite Hälfte: **22 Uhr***

*Mitteleuropäische Zeit (MEZ, UT+1)
°Sommerzeit (MESZ, UT+2)

–1.
0.
1.
2.
3.
4.
5. Größenklasse



WIE

Auf den Sternkarten sehen Sie den Himmelsausschnitt, der sich Ihnen zu den in der Leiste (ganz oben) angegebenen Uhrzeiten präsentiert. Die Schwarz-Weiß-Karte (links) verzeichnet die wichtigsten Sternbilder, Namen der hellen Sterne und Fotos oder Detailkarten in diesem Heft. Die Nachthimmelkarte (oben) entspricht dann dem, was Sie unter freiem Himmel sehen.

Zur Orientierung halten Sie die Karten vor sich, und zwar so, dass der Rand mit der Himmelsrichtung, in die Sie schauen, zum Boden zeigt. Die Sterne am Rand der Karte stehen dann direkt über dem Horizont. Die im Zentrum der Karte dargestellten Sterne befinden sich genau über Ihnen – im Zenit.

Beispiel: Mars steht zu Jahresbeginn als – nach Sirius – hellstes Pünktchen am Nachthimmel halbhoch im Westen. Er verliert aber zunehmend an Helligkeit und muss Ende Januar den Rang an Saturn abgeben. Dieser steht hoch im Süden, östlich (links) einer Linie entlang des Meridians (Nord – Zenit – Süd) zwischen dem etwa gleich hellen Stern Prokyon im Kleinen Hund und Kastor und Pollux in den Zwillingen (siehe S. 41).

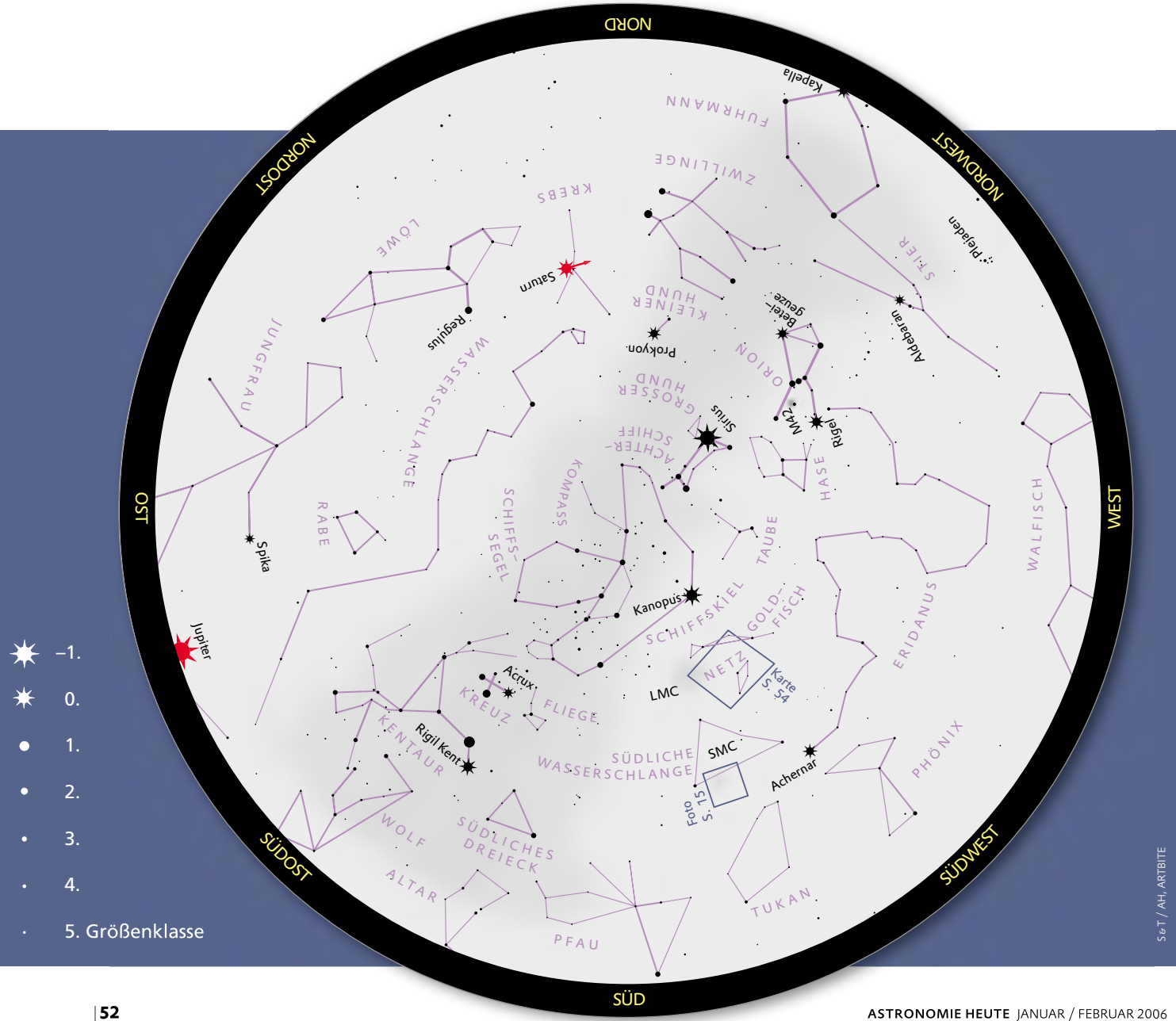
Die Karten sind für fünfzig Grad nördliche Breite berechnet, das entspricht in etwa der Linie Luxemburg – Frankfurt am Main – Prag. Beobachter in Alpennähe sehen die Sterne im Süden etwas höher über dem Horizont und die im Norden etwas niedriger. In Norddeutschland ist es genau umgekehrt.

Das Beobachtungs-Eldorado

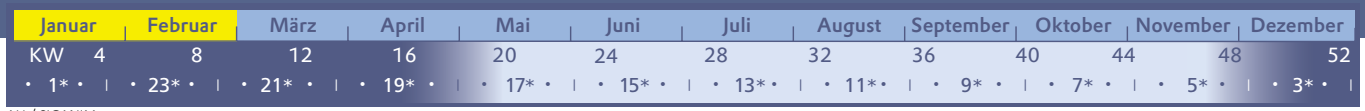
Das kleine Südhimmelsternbild Goldfisch sollten Sie unbedingt in Ihre Reiseplanung aufnehmen. **>> Greg Bryant & Les Dalrymple**

Oft wird angenommen, dass John Keats (1795–1821), der nach William Shakespeare vielleicht bedeutendste englische Dichter, in seinem Sonett »On First Looking into Chapman's Homer« mit dem dort erwähnten neuen Planeten Uranus meinte. Denn diesen hatte 1781 Friedrich Wilhelm Herschel entdeckt, der rund 25 Jahre vorher wegen der französischen Besetzung Hannovers nach England übergesiedelt war. In seinem Buch »The Quest for Comets« vertritt der Sky & Telescope-Autor David Levy jedoch die Meinung, dass Keats sich eher auf den »Großen Kometen« von 1811 bezieht.

Wie auch immer – in den Schlusszeilen des Gedichts stellt sich Keats den Moment vor, als spanische Entdecker im 16. Jahrhundert den Pazifik erreichten. Jedem, der erstmals den Himmel über der südlichen Hälfte der Erdkugel beobachtet, geht es ähnlich – dem weltumsegelnden Entdecker vergangener Jahr-



S&T / AH, ARTBITE



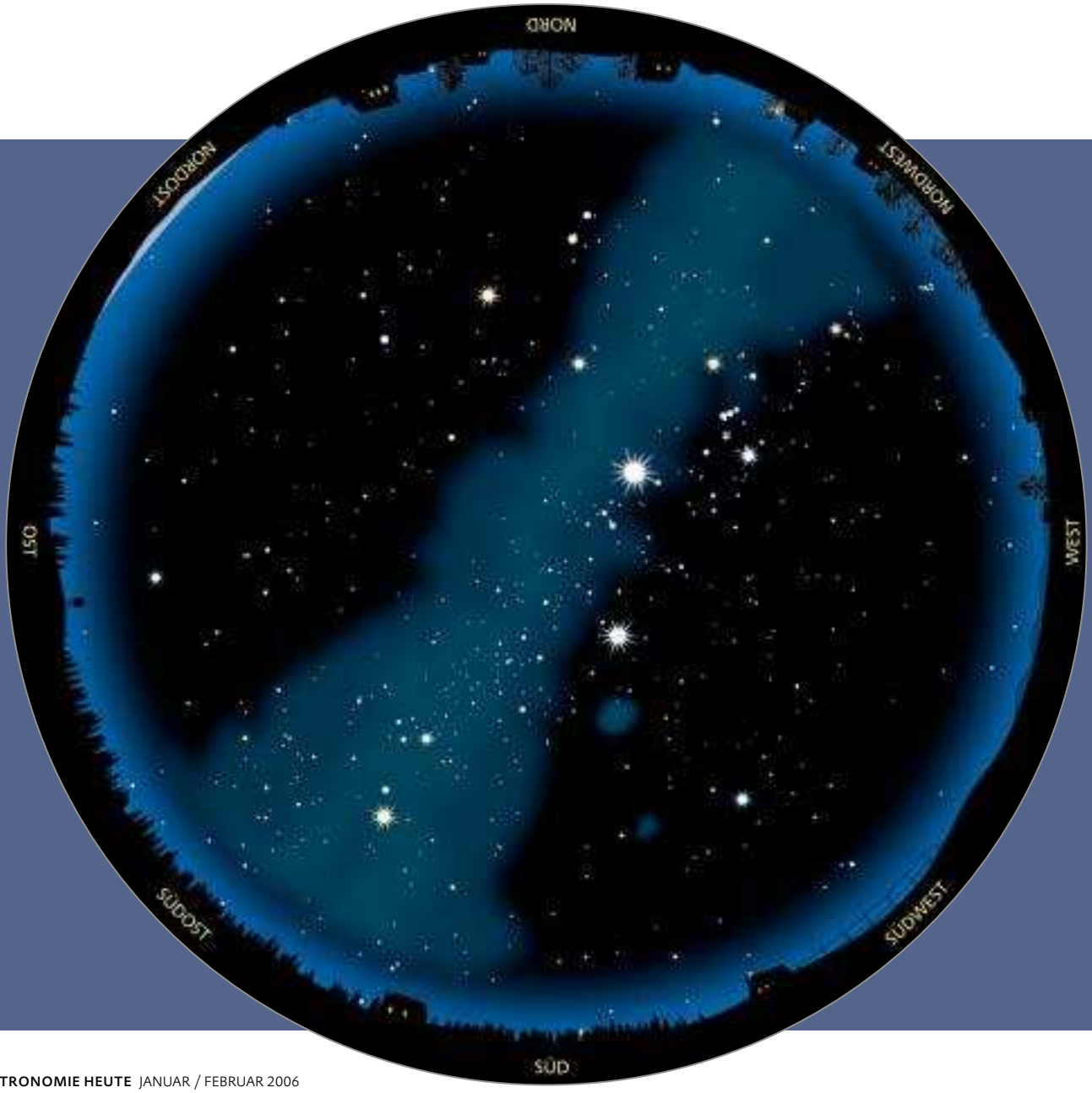
AH / SIGANIM

hunderte genauso wie dem Himmelsbeobachter, der heutzutage seinem Hobby frönt. Als die spanischen Konquistadoren die Neue Welt erforschten, war für sie die Jagd nach Edelmetallen der zentrale Antrieb. Die Suche nach der sagenumwobenen Stadt des Golds, Eldorado, faszinierte sie.

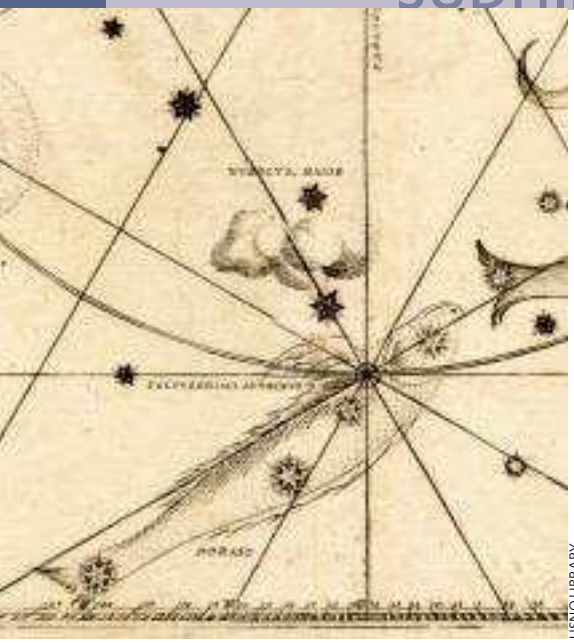
Sternbilderfinder im Goldrausch

Seit 1603 gibt es in den Himmelsatlanten ein Sternbild, das einen ähnlichen Namen trägt: Dorado, der Gold- oder auch Schwertfisch. Obwohl die Konstellation aus leuchtschwächeren Sternen besteht, sind vier der Sonnen des Goldfischs recht leicht auszumachen: Alpha (α), Beta (β), Gamma (γ) und Delta Doradus (δ Dor). Alpha, Gamma und Delta liegen mit 180, 66 und 145 Lichtjahren relativ nah und strahlen mit 3,3ter, 4,2ter und 4,4ter Größe einigermaßen hell. Die Entfernung von Beta wurde hingegen auf etwa tausend Lichtjahre geschätzt. Folglich muss er – absolut betrachtet – viel heller als die anderen drei sein. Beta ist einer der hellsten bekannten Cepheiden und gehört somit zu der Klasse veränderlicher Sterne, die eine bedeutende Rolle bei der Bestimmung der kosmischen Entfernungsskala spielt (AH 6/2005, S. 30). Seine Helligkeit schwankt alle 9,8 Tage zwischen >

Der Himmel für 35 Grad südlicher Breite Das entspricht etwa der Linie Sydney (Australien) – Kapstadt (Südafrika) – Buenos Aires (Argentinien). Dieser Ausschnitt gilt dort in der jeweiligen Ortszeit zu den in der Zeitleiste (oben) angegebenen Uhrzeiten. Beispiel: In der zweiten Januarhälfte um Mitternacht zuzüglich etwaiger Korrekturen wegen Sommerzeiten



S & T / AH, ARTBITE



USNO LIBRARY

Niederländische Navigatoren gaben dem Goldfisch um 1590 erstmals Gestalt. Daraufhin wurde er 1603 in der »Uranometria« verzeichnet. Er liegt am Südpol der Ekliptik, nahe der Großen Magellanschen Wolke.

> 3,4ter und 4,1ter Größe. Sie finden ihn etwas nördlich der Großen Magellanschen Wolke (LMC).

Aber Beta ist nicht der größte veränderliche Stern im Goldfisch. Vor 18 Jahren machte die Supernova 1987A in der überwiegend in den Grenzen dieses Sternbilds liegenden Großen Magellanschen Wolke »astronomische« Schlagzeilen. Mehrere Nächte lang beobachtete Bryant sie von seinem Vorort-Hinterhof aus und überlegte, wann sie wohl ihre größte Helligkeit erreichen würde. Ohne zu wissen, wie viel Zeit er noch hatte, überredete er seine Familie an einem windigen Abend sehr kurzfristig zu einer einstündigen Fahrt zum Observatorium seines Astronomieklubs nordwestlich von Sydney. An demselben Ort, der sich durch seinen dunklen Himmel auszeichnet, hatte er 1985 erstmals den Halleyschen Kometen gesehen. Diese beiden Beobachtungen waren Momente, die ihn prägten.

Wenn ein Stern zur Supernova wird, setzt er genügend Energie frei, um aus seinen Elementen Goldatome entstehen zu lassen. Das passierte mit Sicherheit auch bei der Supernova 1987A. Wenn wir heute unsere Fernrohre auf Dorado und die Große Magellansche Wolke richten, kann einen schon das Goldfieber packen.

Direkt auf der gedachten Grenze, die die Sternbilder Goldfisch und Netz (Reticulum) voneinander trennt, liegt R Doradus. Dieser rote, halbregelmäßig veränderliche Stern ist etwa zweihundert Lichtjahre entfernt. In einem Zeitraum von durchschnittlich 338 Tagen – also etwas mehr als elf Monaten – schwankt seine Helligkeit zwischen 4,8ter und 6,6ter Größe. Von einem dunklen Beobachtungsort aus kann man seinen Helligkeitszyklus beinahe vollständig verfolgen, aber ein Fernglas ist wirklich sehr hilfreich – besonders wenn der Himmel nicht optimal klar und dunkel ist.

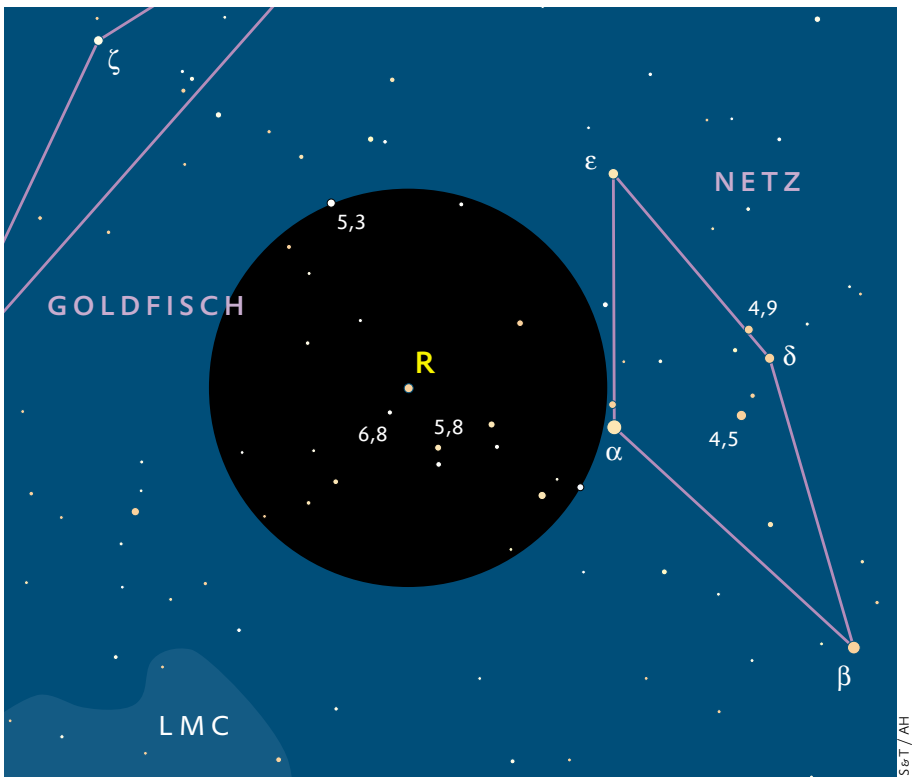
Geht Ihnen der Gigant ins Netz?

R Doradus gehört zur Spektralklasse M8-III – ein weit entwickelter, sehr roter und kühler Riese. Er ist sogar der hellste Stern dieser Art am ganzen Himmel. Mit einem 10×50-Fernglas lässt er bereits eine deutlich orangefarbene Tönung erkennen, obwohl er bei Weitem die meiste Energie bei Wellenlängen abstrahlt, die zu lang sind, als dass unsere Augen sie wahrnehmen können. Wäre es uns möglich, auch den fernen Infrarotbereich zu sehen, wäre R Doradus mit einer Helligkeit von –4,3ter Größe so hell wie der Abendstern Venus im Optischen.

Am einfachsten finden Sie R Doradus, indem Sie die rautenförmig angeordneten Sterne suchen, die das Netz bilden, grob zehn Grad nordwestlich der Großen Magellanschen Wolke. Der Rote Riese liegt gerade mal 2,5 Grad östlich des hellsten Sterns der Raute, Alpha Reticuli (α Ret), der mit einer Helligkeit von 3,3ter Größe scheint.

R Doradus ist für die meisten Beobachtungspunkte auf der Südhalbkugel der Erde zirkumpolar. Da er eine recht kurze Periode aufweist und sich in seiner Nähe eine Reihe geeigneter unveränderlicher Vergleichssterne befinden (ihre Helligkeiten sind in der Sternkarte unten angegeben), können Sie ihn in jedem Fall auch während eines kurzen Aufenthalts auf der südlichen Hemisphäre besuchen und seine Helligkeit zu diesem Zeitpunkt abschätzen. <<

Greg Bryant und **Les Dalrymple** sind Beobachtungsexperten der australischen Ausgabe von Sky & Telescope. Schauen Sie mal vorbei unter www.austskyandtel.com.au.



S&T / AH

Grenzgänger der besonderen Art ist der Rote Riese R Doradus. Schon im fünf Grad großen Sucherfeld gibt es geeignete Referenzsterne, um mit Feldstecher oder Fernrohr seine Helligkeit abzuschätzen. Südlich der Karte schließt sich die Große Magellansche Wolke an.

Die Hyaden – das Regengestirn

Der offene Sternhaufen der Hyaden ist erstmals im November und zuletzt im Mai am Nachthimmel sichtbar. Diese beiden Monate fallen mit den jahreszeitlich typischen schweren Regenfällen und Stürmen im Mittelmeer zusammen. So diente der leicht sichtbare Sternhaufen den seefahrenden Griechen in der Antike als gute Wettervorhersage für unsichere Zeiten auf offenem Meer. Noch heute ist in der Bezeichnung Regengestirn diese Bedeutung erhalten.

Auch für die Beobachtung mit dem Feldstecher haben die 150 Lichtjahre entfernten Hyaden einiges zu bieten: als Erstes fällt der helle Rote Riese Aldebaran (Alpha Tauri, α Tau) auf, der allerdings ungefähr in der Mitte zwischen dem Sternhaufen und der Erde steht, also nur ein Vordergrundstern ist. Leicht zu erkennen ist auch die nach Osten offene V-Form – das »Gesicht« des Stiers (AH 12/2004, S. 38).

Am besten erforschen Sie den mit fünf Grad Durchmesser sehr großen Sternhaufen durch ein Fernglas mit großem Gesichtsfeld und geringer Öffnung. Schon mit dem Opernglas werden Sie viele der etwa zweihundert Sonnen des Haufens sehen und auch den Doppelstern Theta Tauri (θ Tau) leicht trennen können, was Ihnen unter dunklem Himmel vielleicht sogar mit bloßem Auge schon gelingt. **>> Lambert Spix**

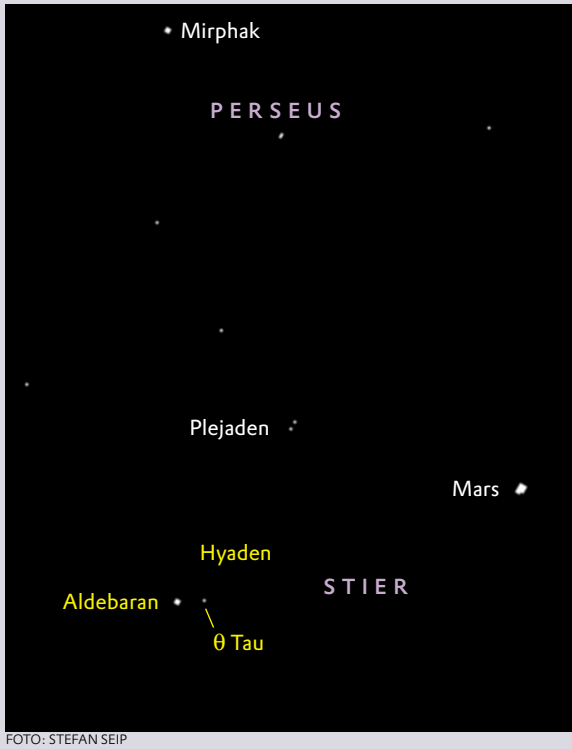


FOTO: STEFAN SEIP

Mars startet durch Letzten August war der Rote Planet schon einmal im Stier. Jetzt läuft er zwischen Plejaden und Hyaden hindurch nach Osten.

HURTIGRUTEN
DIE SCHÖNSTE SEEREISE DER WELT

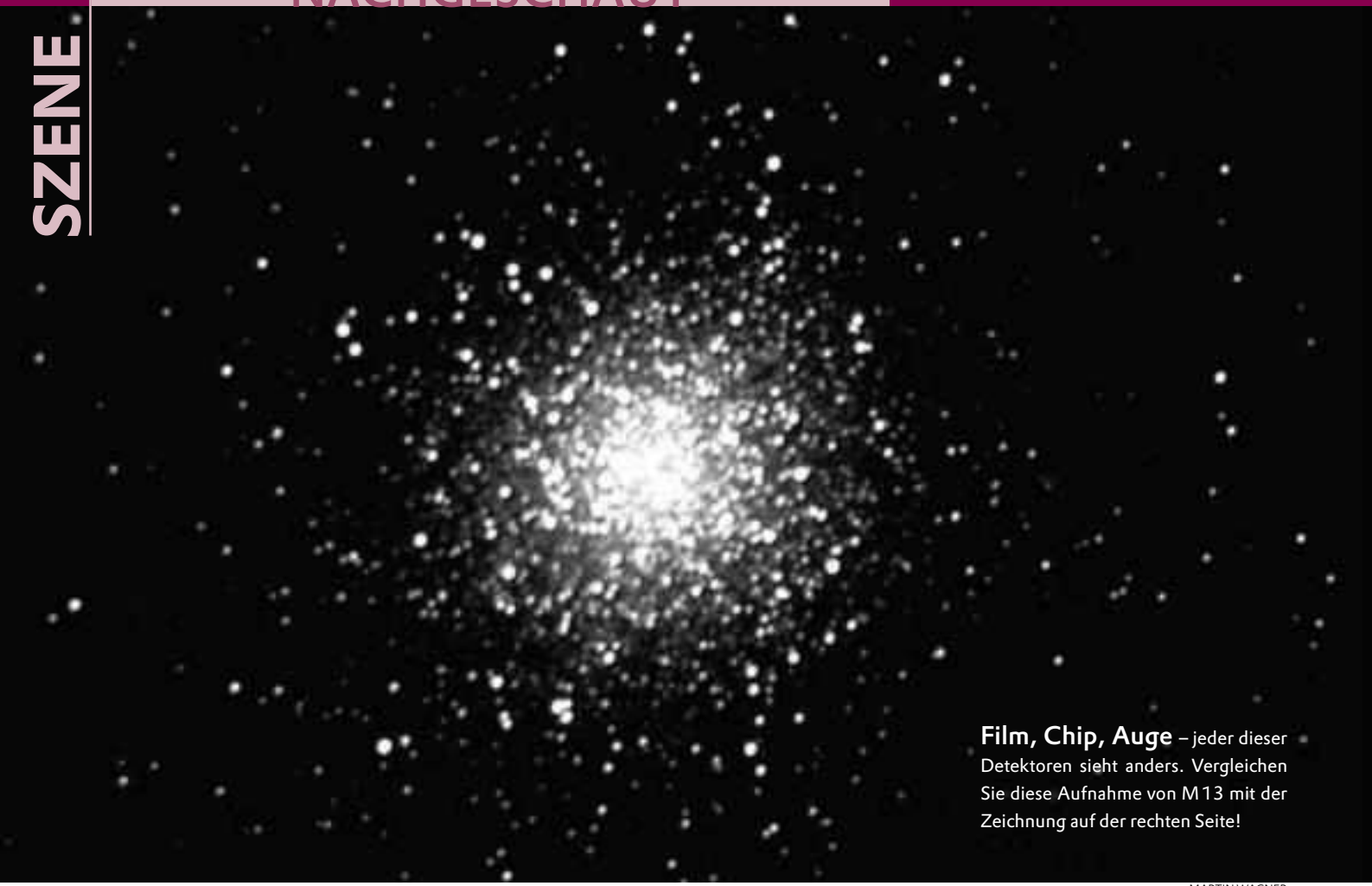
HURTIGRUTEN THEMENREISE NORDLICHT & STERNE
11 Tage inkl. Linienflug und vielen Extras; z. B. vom 25.02–07.03. oder 17.–27.11.2006 ab € 2.495,– p. P.

Information und Buchung im Reisebüro oder bei: **NSA Norwegische Schiffahrts-Agentur GmbH**
Postfach 110833 · 20408 Hamburg
Tel. 040/37 69 33 30 · Fax 040/37 69 31 99
www.hurtigruten.de
e-mail: info@hurtigruten.de

EIN LICHTBLICK AM REISEHIMMEL …

… ist die Hurtigruten Themenreise Nordlicht & Sterne. Sie bietet neben allen Erlebnissen der Hurtigruten Rundreise noch eine Reihe Extras wie z. B. Lektorenvorträge an Bord mit folgenden Themen: eine Reise durch das Sonnensystem, unsere Sonne, atmosphärische Erscheinungen vom Polarlicht zum Regenbogen und andere. Eingeschlossen sind auch zwei Stadtrundfahrten, eine deutschsprachige Reiseleitung und Transfers. So wird die schönste Seereise der Welt – mit einem Postschiff die norwegische Küste entlang – noch erlebnisreicher. „Erleuchtung" finden Sie im aktuellen Hurtigruten Katalog, den es in Ihrem Reisebüro oder direkt bei NSA gibt.

INDIVIDUALREISEN | GRUPPENREISEN | **THEMENREISEN** | SONDERFLUGREISEN



Film, Chip, Auge – jeder dieser Detektoren sieht anders. Vergleichen Sie diese Aufnahme von M13 mit der Zeichnung auf der rechten Seite!

MARTIN WAGNER

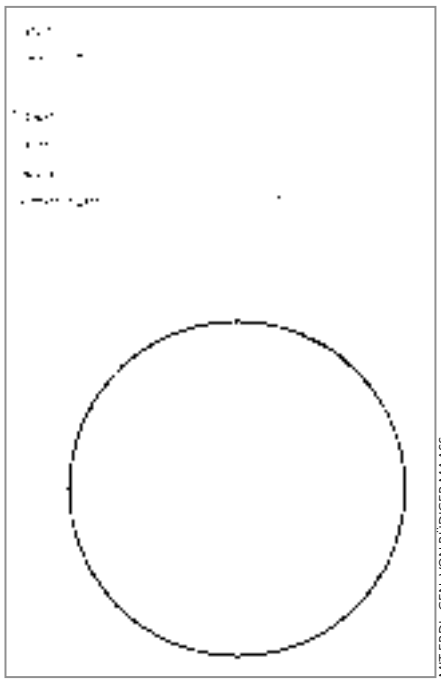
Mit dem Bleistift am Okular

Halten Sie die Objekte des Messierkatalogs so fest, wie Sie sie im Fernrohr tatsächlich sehen – mit einer Zeichnung. Die besten werden veröffentlicht! **>> Christoph Lohuis und Frank Hauswald**

Vor einem halben Jahr erschien in ASTRONOMIE HEUTE 7-8/2005 auf S. 75 die Anleitung »Deep-Sky-Objekte zeichnen«, die Ihnen Tipps gab, wie Sie das Bild im Okular Ihres Fernrohrs zu Papier bringen können. Haben Sie in der Zwischenzeit geübt? Wenn ja, ist es jetzt an der Zeit, Ihre Ergebnisse mit anderen zu teilen!

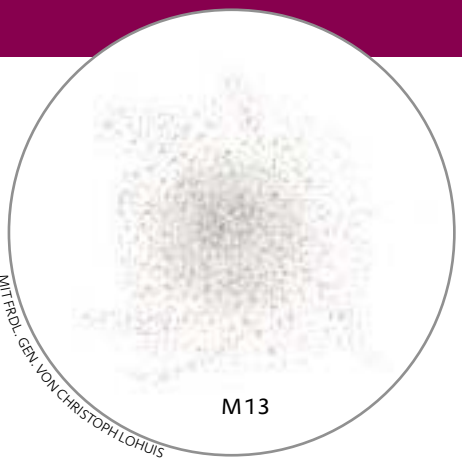
Auslöser und Triebfeder des seinerzeit von Christoph Lohuis im Rahmen des NightSky e. V. (nicht zu verwechseln mit dem Einsteigermagazin »Night Sky« von Sky & Telescope) ins Leben gerufenen Projekts ist, dass Zeichnungen eine – zugegebenermaßen zwar individuelle, aber durchaus adäquate – Darstellungsform neben der chemischen und digitalen Fotografie sein können.

Denjenigen von Ihnen, die ab und zu im Internet auf astronomie.de vorbeischauen, ist vielleicht unter dem Menüpunkt »Astropraxis« die Seite »Zeichnen

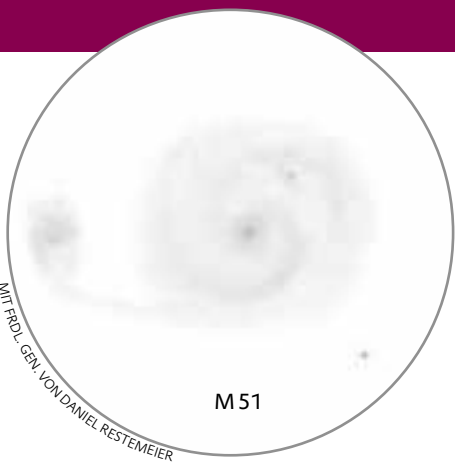


MIT FRDL. GEN. VON RÜDIGER MAASS

Dokumentation ist Pflicht
Denn nur so werden Zeichnungen, hier M27, miteinander vergleichbar.



M13



M51

am Teleskop« aufgefallen. Diese Seite enthält einen Link zu dem Projekt, um das es hier geht: »Das Zeichnen der Messier-Objekte«.

Für mehr als ein Drittel der 110 Einträge aus dem Katalog des französischen Astronomen Charles Messier sind bereits Einsendungen eingegangen, darunter die drei hier abgebildeten. Im Lauf des Projekts sollen sie ausgewertet und schließlich dem geneigten Amateur in Form eines Buchs an die Hand gegeben werden.

Echtes Gemeinschaftsprojekt

Wozu der Aufwand? Bücher mit Messier-Objekten gibt es doch zur Genüge und sie enthalten zum Teil sehr ausführliche Beschreibungen der visuellen Eindrücke bei der Verwendung verschiedenster Instrumente. Erfreulicherweise findet man – neben gelungenen Fotografien – immer wieder auch klassische Zeichnungen, die dem im Teleskop Gesehenen auf Grund ihrer Entstehung – nämlich über das Auge als Lichtempfänger – immer noch am nächsten kommt. Hier zeigt sich schwarz auf weiß, was Sie tatsächlich mit eigenen Augen am Okular sehen können, und rückt, gerade bei Einsteigern, die Vorstellung zurecht, ihr Fernrohr würde ihnen die Objekte wie auf einer Hochglanzaufnahme des Hubble-Weltraumteleskops zeigen.

Kann ich mit einem Siebzig-Millimeter-Refraktor tatsächlich Strukturen in M81 und M82 erkennen, wenn ich ein Okular wähle, das hundertfach vergrößert? Oder brauche ich einen besseren Beobachtungsstandort und mehr Öffnung? Das sind Fragen, die jeden Fernrohrbesitzer brennend interessieren und worauf ihm eine Zeichnung in Sekundenschnelle die passende Antwort geben kann!

Die Beiträge werden den Amateurastronomen als Referenzobjekte für ihre jeweiligen Instrumente zur Verfügung gestellt – nebst den dazugehörigen Erläuterungen, die nach Öffnungen, Beobachtungsbedingungen und den übrigen wesentlichen Parametern geordnet sind.

Mit vielen, feinen Details

warten Sternhaufen (M13) und Galaxien (M51) sowie Nebel (M27, linke Seite unten) auf.

Wie können Sie mitmachen? Was technische Fragen zur Anfertigung der Zeichnungen angeht, finden Sie alle Informationen auf den Webseiten, die Sie über die ersten beiden unten angegebenen Internetadressen erreichen.

Die Angaben, die beim Einsenden unbedingt zu machen sind, können Sie dem Bogen auf der linken Seite entnehmen. Vordrucke gibt es beispielsweise auf den Webseiten der »Fachgruppe Deep-Sky« der Vereinigung der Sternfreunde (VdS, letzter Link unten).

Wenn das Wetter Ihnen hold war und Ihre Reinzeichnung fertig ist, schicken Sie den Bogen per Post oder eingescannt als JPG-Datei an die Autoren. Wir freuen uns über jede Einsendung und veröffentlichen die Ergebnisse in regelmäßigen Abständen. <<

Christoph Lohuis, Jahnstraße 3, 49828 Neuenhaus, E-Mail: Lohuis@t-online.de, Telefon: 05941 990904. **Frank Hauswald**, Emil-Nolde-Straße 33, 48455 Bad Bentheim, E-Mail: frank.hauswald@gmx.net, Telefon: 05921 2646.

Weblinks

www.astronomie.de/astropraxis/zeichnen/projekt-messier/ ▪ www.astronomie.de/astropraxis/zeichnen/zeichenstunde.htm ▪ www.nightsky-online.de ▪ www.astronomie.de/fachbereiche/deep-sky/allgemein/einfuehrung/ ▪ www.vds-astro.de/fg-deepsky/projekte-dsl-download.htm

Zeitschrift für praktische Astronomie
interstellarum
Ich will keine astronomischen Ereignisse mehr verpassen!
interstellarum bringt nicht nur aktuelle Daten, sondern auch Hinweise auf spezielle Ereignisse und ausführliche Vorberichte
interstellarum
Pflichtlektüre für Sternfreunde!
▸ aktuelles Heft 6,90 €
▸ Jahresabo 37,80 €
▸ Probeabo 15,80 €
▸ 2er-Heftsets ab 9,90 €
Leseproben & Aktuelles: www.interstellarum.de
interstellarum erscheint 6× im Jahr, jeweils 80 Seiten A4, durchgehend farbig, Hochglanzeinband, Abo frei Haus
Sonnenfinsternis am 29.3.2006
schon informiert?
interstellarum-Begleiter »Finsternisse« – jetzt mit jedem Jahresabo gratis!
auch einzeln erhältlich für 7,90 €
Oculum-Verlag GmbH, Westl. Stadtmauerstr. 30a, D-91054 Erlangen • aboservice@interstellarum.de
Tel.: 09131 / 970694 • Fax: 09131 / 978596
OCULUM

ALLE FOTOS DIESES ARTIKELS: ANDREAS MURNER

Protuberanzen im Chiemgau

Der Chiemgau ist eine malerische Landschaft im Südosten Bayerns. Hier lebt Andreas Murner mit seiner Familie auf einem Bauernhof, fernab beleuchteter Städte. Die Bedingungen für die Himmelsbeobachtung sind nahezu ideal.

Dunkle Wälder, einsame Wiesen, entlegene Bauernhöfe: die Welt eines bayerischen Hobbysternguckers, der zunehmend von sich reden macht

>> Frank Schubert

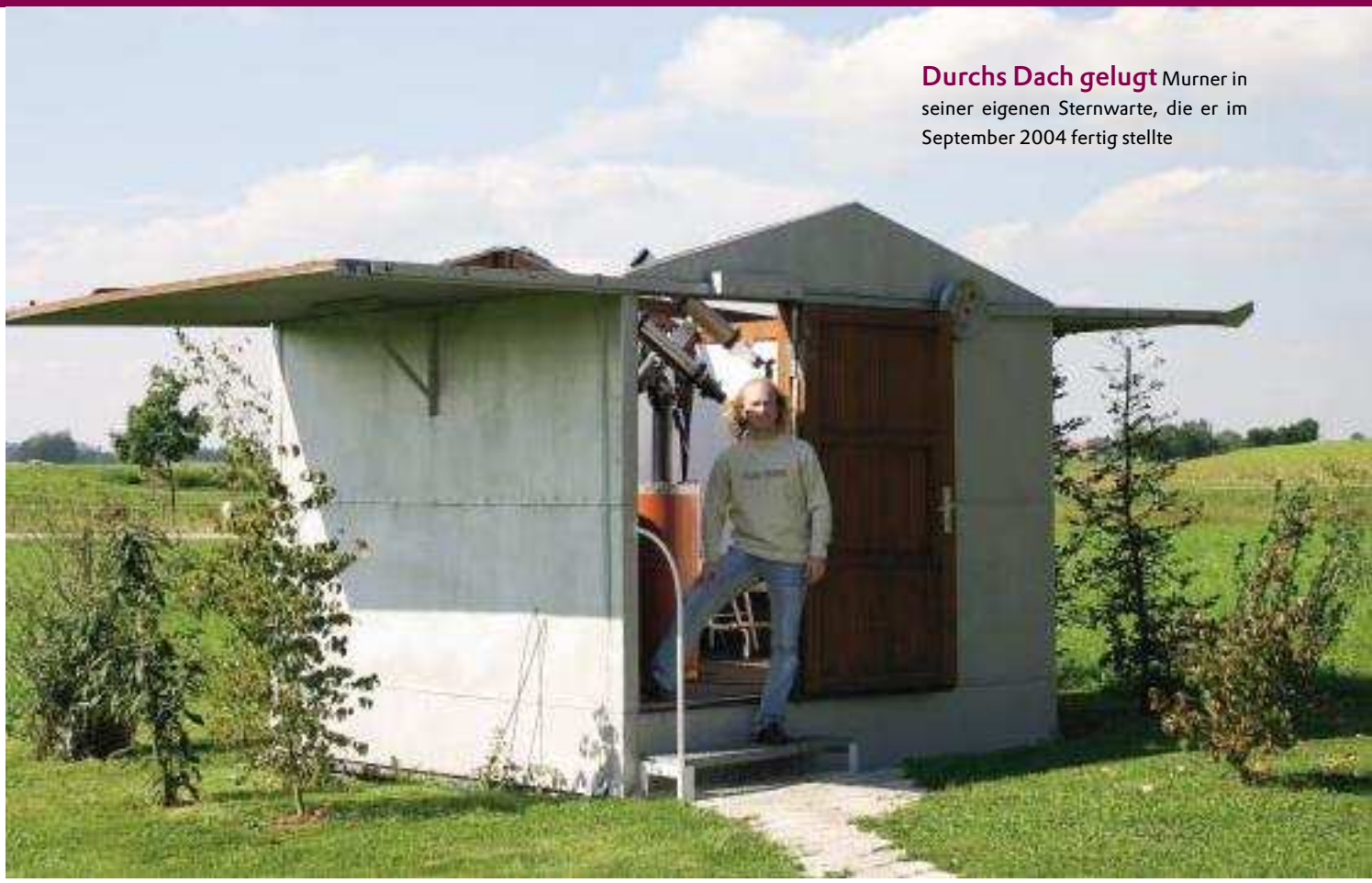
Die Antwort kommt im schönsten Dialekt. »Es woa fia mi vo Haus aus imma scho indressant, wos ohm am Himme leicht'«, sagt Andreas Murner auf die Frage, wie er zur Astronomie kam. Er ist, man kann es auf seiner Internetseite lesen, Diplomat und Bayer. Und für die Leser, die seine Antwort nicht verstanden haben, drucken wir sie noch einmal in Hochdeutsch: »Es war für mich von Haus aus immer schon interessant, was oben am Himmel leuchtet.«

Das mit dem Diplomaten meint Andreas Murner nicht wörtlich, das mit dem Bayern schon. 27 Jahre jung, lebt er auf dem Bauernhof seiner Eltern im Chiemgau bei München. Unter Deutschlands Amateurastronomen ist er in den letzten Jahren immer bekannter geworden. Der Grund: seine brillanten Astrofotos.

Der Große Wagen, da irgendwo

Murners spezielle Domäne ist die Sonnenfotografie, er beschäftigt sich schon seit sieben Jahren damit. Seiner Begeisterung und seinem ausgetüftelten Instrumentarium ist es zu verdanken, dass seine Sonnenaufnahmen mittlerweile zu den besten gehören, die die Hobbyastronomen-Szene hervorbringt. Wer sich davon überzeugen möchte, kann das im Internet tun: Unter www.strehlbuster.com hat Murner seine Bilder ins Netz gestellt.

1988 begann er, sich für Astronomie zu interessieren. Es sei eine Trotzreaktion gewesen, erinnert er sich: »Ich hab verschiedene Leute gefragt, was ist dieser Stern, was ist jenes Ding; kein Mensch konnte mir eine vernünftige Antwort geben. Es kam dann immer nur ein Schwenk Richtung Norden und die vage Antwort:



Durchs Dach gelugt Murner in seiner eigenen Sternwarte, die er im September 2004 fertig stellte

Da ist irgendwo der Große Wagen. Das war mir bald zu dumm.« Er kaufte sich ein Astronomiebuch, dann noch eins, bald darauf sein erstes Teleskop. Der Bauernhof seiner Eltern ist für die Sternguckerei wie geschaffen – ringsum Bäume, Wiesen und nur drei Gehöfte, der nächste größere Ort Kilometer entfernt. »Bei uns draußen wird es nachts noch richtig dunkel«, schwärmt Murner. Was er über die Astrofotografie lernte, brachte er zunächst sich selbst bei.

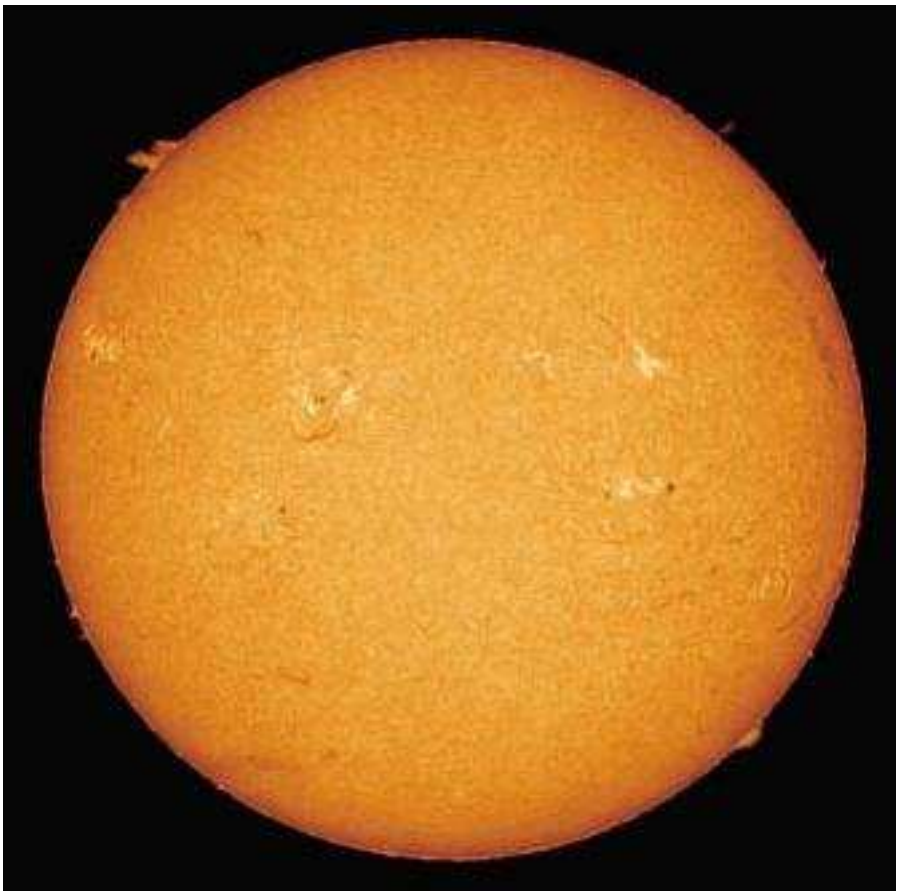
Dann kam Eckhard Slawik, damals einer der führenden deutschen Astrofotografen. Er nahm Murner unter seine Fittiche und zeigte ihm die grundlegenden Handwerkstechniken: Entwicklung von Fotofilmen, Beobachtung astronomischer Objekte, Umgang mit Teleskopen und Kameras. »Von Slawik habe ich enorm viel gelernt, man könnte mich fast als seinen Jünger bezeichnen«, sagt Murner. In der Schule hingegen bekam er keine Anregungen für sein neues Hobby – der Lehrplan sah Unterrichtsangebote zur Astronomie nicht vor.

Nach der Schule machte er eine Ausbildung zum Gärtner und arbeitete ein paar Jahre lang in diesem Beruf. Dann ließ er sich zum Informatikkaufmann umschulen. »Bald zeigte sich aber, dass kein Mensch Informatikkaufleute einstellen wollte – ganz anders, als das Arbeitsamt es vorhergesagt hatte«, erzählt Murner. Schon während der Umschulung begann er deshalb beim Teleskopservice Ransburg zu arbeiten. Dort ist er geblieben, bis heute.

Überbreit auf der Schnellstraße

Mit einem Gleichgesinnten gründete er 1998 den Verein »Astronomie im Chiemgau« (www.astronomie-im-chiemgau.de). Von ursprünglich 15 engen Freunden und Bekannten wuchs die Gemeinschaft allmählich auf fünfzig Mitglieder an. Murner war von 1998 bis 2003 ihr Vorsit- >

Sonnenfotos im H-alpha-Licht zeigen zahlreiche Details auf unserem Zentralgestirn, zum Beispiel Protuberanzen (links). Murner (rechts) hat schon Hunderte solcher Bilder aufgenommen.



Vollansicht Dieses Sonnenmosaik (oben) fertigte Murner aus 203 Einzelfotos. Es enthüllt die verblüffend abwechslungsreiche Oberfläche unseres Zentralgestirns. Unten wölbt sich eine bogenförmige Protuberanz in den Raum.

> zender, dann ließ ihm der Beruf keine Zeit mehr dafür. Heute, er sagt es etwas schelmisch, ist er ein »stilles, zahlendes Mitglied«.

Vor drei Jahren kaufte er der Münchner Volkssternwarte ein kleines Observatoriumshäuschen ab, aus Holz, mit Blechbeschlag. »Das war günstig, ich habe vielleicht 300 Euro dafür bezahlt«, erinnert er sich. Mit dem Auto transportierte er es von München in den Chiemgau. Auf der Autobahn überholten ihn Polizisten, sie schüttelten den Kopf, weil die Ladung Überbreite hatte, ließen ihn aber weiterfahren. Dann, nach dem Transport, halfen ihm Freunde und Eltern beim Aufbau. Seit einem Jahr steht das Häuschen fix und fertig auf dem Bauernhof.

Wenn er das bewegliche Dach aufklappt und eins seiner sieben Teleskope gen Himmel richtet, hat Murner fast immer, während drei Vierteln seiner Beobachtungszeit, die Sonne im Visier. Warum gerade sie? Wegen ihrer ständigen Veränderungen, meint er. »Sie ist nie gleich und wird nie langweilig – das ist was anderes als bei Galaxien, die heute noch genauso aussehen wie vor hundert Jahren.« Ein angenehmer Nebeneffekt sei, dass man sich beim Beobachten nicht so sehr den Hintern abfriere, weil die Sonne – naturgegeben – nur am Tag zu beobachten sei.

Ein Amateur sieht rot

Murner nimmt die Sonne im H-alpha-Licht auf, bei einer Wellenlänge von 656 Nanometern. Das ist das Leuchten heißen Wasserstoffgases, das unseren Augen rot erscheint. Die Fotos zeigen beeindruckende Details auf der Oberfläche unseres Zentralgestirns: heißere und kühlere Strömungen, Sonnenflecken, Sonnenfackeln, leuchtende Gasbögen. Mit der Zeit hat er seine Aufnahmetechnik immer weiter perfektioniert, heute knipst er kaum mehr einzelne Fotos, nimmt stattdessen fast nur noch Videofilme auf. Die besten Einzelbilder daraus – einige Dutzend pro Film – überlagert er zu gestochen scharfen Bildern. Sie füllen Computerfestplatten, stapelweise.

Was macht er damit? »Momentan sammle ich noch«, sagt Murner, »aber irgendwann mache ich vielleicht eine kleine Ausstellung.« Die besten Bilder stellt er auf seine Internetseite, und das hat sich bereits herumgesprochen. Mittlerweile zählt er jeden Monat 150 000 Zugriffe auf seiner Webseite, die meisten Nutzer schauen sich das Fotoarchiv an.

Beruflich ist Murner zufrieden, fühlt sich beim Teleskopservice Ransburg gut aufgehoben. In der Freizeit, wenn er nicht gerade beobachtet, bastelt er an Computern und gärtnert. »Ich wäre gern auch Gärtner geblieben, denn ich habe viel Erfahrung mit Pflanzen, aber das ging irgendwann auf den Rücken«, sagt er. Seine Familie hat früher Landwirtschaft betrieben, bis die Richtlinien der Europäischen Union kamen und es sich nicht mehr lohnte. Noch heute haben sie auf dem Hof zehn Hühner, vier Katzen und – tausende Schnecken.

Welche Pläne hat er für die Zukunft? Murner überlegt: »Beruflich: Wenn's so weiterläuft wie jetzt, ist es ganz human. Was die Astronomie betrifft: Dabei sein ist alles, aber größer und besser ist auch schön.« Will heißen, er möchte sich demnächst noch stattlichere Teleskope zulegen. Die gesellen sich dann zu seinen Vier-, Fünf- und Sechs-Zoll-Linsenfernrohren, zu seinen Vier-, Acht-, Zwölf- und Vierzehn-Zoll-Spiegelteleskopen und zu dem großen und kleinen Leitrohr seines Instrumentariums. Auf dem Bauernhof ist ja noch jede Menge Platz. <<

Wissenschaftsjournalist **Frank Schubert** versuchte sich schon oft in der Aussprache des Bayerischen, doch als gebürtiger Berliner scheiterte er stets.

AH, STEPHAN FICHTNER

Spanische Finsternis

Iberischer Ring Eine ringförmige Sonnenfinsternis ist ein besonders eindrucksvolles Erlebnis. Wenn sie wie letzten Oktober dann auch noch in Europa stattfindet, ist das Glück des »Finsternisjägers« nahezu komplett.

Während es in Berlin noch um die Bildung einer großen Koalition ging, stand der 3. Oktober bei Amateurastronomen unter einem ganz anderen »Stern«.

>> Stephan Fichtner

Sonnenfinsternisse habe ich schon eine ganze Reihe erlebt. Und manchmal bin ich dafür um die halbe Welt gereist. Eine ringförmige Finsternis, wenn der Mond die Sonnenscheibe also nicht vollständig verdeckt und von ihr mit einem gleißend hellen Heiligenschein geschmückt wird, war bisher jedoch nicht darunter. Grund genug also, um Ende September mit dem Auto nach Spanien aufzubrechen und der annularen Eklipse auf der iberischen Halbinsel hinterherzujagen.

Da alle Wetterprognosen am Wochenende vor der Finsternis für die Region um Madrid herum gutes Wetter voraussagen, bleibe ich westlich der spanischen Hauptstadt in der Region Kastilien, wo ich in der Woche zuvor für ASTRONOMIE HEUTE an einem Esa-Workshop zum Thema »Venus Express« teilgenommen habe.

In Madrid bin ich mit einer Reisegruppe unserer amerikanischen Mutterzeitschrift Sky&Telescope verabredet. Die mehr als zwanzig Teilnehmer dieser Sonnenfinsternis-Expedition kommen gerade aus Nordafrika und wollen die Eklipse wenige Kilometer östlich von Madrid auf einem belebten Platz der Stadt Alcala de Henares beobachten. Für mich ist dieser Standort – nicht weit vom Geburtshaus des Don-Quijote-Schöpfers Miguel de Cervantes – wie auch die spanische Hauptstadt jedoch etwas zu hektisch. Es ist zwar immer toll, das Ereignis einer Sonnenfinsternis mit anderen Menschen zu teilen. Doch die ganze Schönheit dieses Himmelsspektakels erschließt sich einem nach meiner Ansicht nur dann, wenn man es abseits des Alltagsgeschehens im Einklang mit der Natur erlebt. Nur dann bekommt man mit, wie die abnehmende Tageshelligkeit plötzlich alle Vögel verstummen lässt.

Meine Wahl fällt schließlich auf das kleine Städtchen Avila de los Caballeros (spanisch: das Avila der Edelmänner), etwa auf halber Strecke zwischen Madrid und Salamanca. Zwar liegt mein Beobachtungsplatz damit etwas südlich der zentralen Finsternislinie, die ein paar Sekunden mehr Finsternis verspricht, dafür bietet Avila aber andere Vorteile.

Im Schutz der Gebirgskette Sierra de Gredos auf einem Hochplateau gelegen, hat Avila sowohl meteorologisch als auch durch seine gute Anbindung an Auto-

bahn und mehrere Nationalstraßen enorme Vorteile. Sollte sich das Wetter kurz vor der Finsternis verschlechtern, kann ich parallel zur Zentrallinie sowohl nach Westen als auch nach Osten den Wolken entfliehen.

Am Ortseingang Avilas, noch außerhalb der mächtigen mittelalterlichen Festungsanlage finde ich ein Hotel, dessen Frontfassade gen Osten zeigt. Und was fast noch wichtiger ist: Es hat ausreichend viele Balkons, die genau in die richtige Himmelsrichtung zeigen. Ideal, um mein Equipment in Ruhe aufbauen und einrichten zu können.
Zwar ist dieser Teil des Gebäudes noch nicht renoviert, weswegen die Räume im Ostflügel normalerweise nicht vermietet werden. Als es mir aber schließlich gelingt, dem Mann am Empfang klar zu machen, dass es mir nicht um den Komfort des Zimmers, sondern allein um dessen Lage geht, bekomme ich ohne Probleme ein Zimmer im gewünschten Flügel.

Easy Rider in the Sky

Beim Ausladen meines Gepäcks winken mir auf dem Parkplatz vor dem Hotel plötzlich zwei Motorradfahrer zu, als würden wir uns schon lange kennen. Claus Friedrich und Boris Schmitz kommen aus Leverkusen und Neuss und sind gemeinsam auf Spanienrundreise, die sie mit der Sonnenfinsternis krönen wollen. Sie haben mein deutsches Kennzeichen gesehen und da ich eine Jacke mit dem Logo von Spektrum der Wissenschaft trage, wissen Sie, dass sie bei mir in Sachen Finsternis an der richtigen Adresse sind.

Mein Zimmer liegt im fünften Stock und so bin ich sehr froh, dass Claus und Boris mir helfen, Teleskop, Montierung und Fotoausrüstung dorthin zu tragen. Da ihr Zimmer im modernisierten Teil des Hotels und damit auf der »falschen« Seite liegt, vereinbaren wir, die Eklipse am kommenden Vormittag gemeinsam von meinem Balkon aus zu beobachten. Dieser bietet einen herrlichen Rundumblick von Nordosten über Süden bis nach Südwesten. So sehe ich am Abend vor der Finsternis Venus als Abendstern im Westen versinken und beobachte den kurz vor seiner Opposition stehenden hellroten Mars beim Aufgehen im Osten.

Diese Nacht schlafe ich unruhig. Habe ich auch alles bedacht? Werden das Teleskop und beide Kameras morgen zuverlässig funktionieren?

Beim ersten Kontrollblick aus dem Fenster – es ist erst 4:30 Uhr – ist der Osthorizont zwar leicht dunstig, bietet aber noch keinen Grund zur Panik. Anders dagegen kurz nach acht, als ich zum Frühstück gehe: Dicke Wolkenpakete bedecken inzwischen den Osthorizont. Doch jetzt ist es zu spät, wieder alles abzubauen. Teleskop und Russentonne sind bereits seit gestern Abend fertig montiert und eingerichtet. Packe ich jetzt wieder alles zusammen und fahre weiter, so erwischt mich die Finsternis vermutlich im Auto. Und das will ich unbedingt vermeiden. Also harren wir aus. Claus und Boris sind beim Frühstück felsenfest davon überzeugt, dass die Wolken sich im Lauf des Vormittags verziehen werden. »Denn schließlich haben wir«, so versichern sie mir schmunzelnd, »schon während unserer ganzen Reise die Sonne im Gepäck.« Und sie sollen Recht behalten. Kurz nachdem die Sonne aufgegangen ist, dampft sie die dunklen Wolken in Rekordzeit ein.

Rückblende

Jetzt gilt es, den Sucher und beide Optiken noch mit Filtern auszustatten und parallel auf die Sonne auszurichten. Zwei Kameras – eine digitale und eine analoge – sollen das Himmelsschauspiel minutengenau dokumentieren. Eine halbe Stunde vor Beginn der partiellen Phase ist alles fertig und ich fange endlich an, mich zu entspannen. Auch die Wettersituation wird immer besser.

Ich lasse meinen Blick über die Umgebung schweifen. Die Aussicht von meinem unrenovierten Balkon auf die Altstadt Avilas erinnert mich an meine erste totale Sonnenfinsternis 1997 in Russland. Damals war es der Blick auf das Eisen- >

Lange Schatten Diese Serienaufnahme der mittelalterlichen Befestigungsanlage Avilas zeigt sehr schön die sich verändernden Beleuchtungsverhältnisse während (links) und am Ende der Ringförmigkeit (Mitte und rechts).

CLAUS FRIEDRICH

AH, STEPHAN FICHTNER

Wissen aus erster Hand

spektrumdirekt
Die Wissenschaftszeitung im Internet

Die Redaktion von spektrumdirekt informiert Sie online schnell, fundiert und verständlich über den Stand der Forschung.

www.spektrumdirekt.de/info

CLAUS FRIEDRICH

Auch wenn der Mond die Sonnenscheibe zu mehr als 96 Prozent bedeckt, ist eine Beobachtung nur mit Sonnenfilterfolie gefahrlos möglich. Hier genießt Boris Schmitz den Anblick der verfinsterten Sonne.

> bahnerstädtchen Tynda in Ostsibirien, den ich bis heute mit der damaligen Finsternis verbinde. Heute ist es das Hotel »Cuatre Postes« mit dem Blick auf die vier antiken Pfeiler einer Aussichtsplattform und die imposante Wehranlage Avilas in der kastilischen Hochebene. Dazwischen liegen achteinhalb Jahre und fast fünfzig Grad: Denn im Gegensatz zur Finsternis im März 1997 in Sibirien, bei der die Temperaturen an unserem Beobachtungsplatz während der Totalität zeitweise auf minus 27 Grad Celsius fielen, herrschen bei der ringförmigen Finsternis Anfang Oktober in Spanien noch angenehme 25 Grad Celsius.

Schummriges Licht

Die partielle Verfinsterung beginnt pünktlich um 9.40 Uhr mitteleuropäischer Sommerzeit. Stück für Stück knabbert der Mond von oben kommend Teile aus der makellosen Sonnenscheibe heraus. Schon jetzt ist klar, dass unser Trabant diesmal zu klein sein wird, um die Sonne komplett abzudecken, wie es bei einer totalen Sonnenfinsternis der Fall ist. Am Sucher meiner Kameras verfolge ich, wie sich der Mond immer weiter vor die gleißend helle Sonnenscheibe schiebt.

Inzwischen sind auch Claus und Boris eingetroffen. Wir sind bereits mitten in der Eklipse, nicht mehr weit von deren Höhepunkt entfernt. Abwechselnd beobachten wir durch die an den Teleskopen angeschlossenen Kameras und durch mit Sonnenfinsternisfolie ausgestattete Feldstecher das Himmelsspektakel.

Wie bei einer Dämmerung wird das Tageslicht zunehmend schummrig. Das fällt uns vor allem dann auf, wenn wir große beleuchtete Flächen wie die Wiese vor der Stadtmauer Avilas betrachten (siehe Fotos auf S. 63). Besonders deutlich zeigen die Belichtungsautomatiken unserer Kameras, wie unser Tagstern an Leuchtkraft einbüßt.

Auch die Natur hält jetzt kurz den Atem an. Die Vögel in der Umgebung hören auf zu singen und die Temperatur sinkt merklich.

Mittlerweile zieht die ringförmige Finsternis auch zunehmend die Aufmerksamkeit bisher unbeteiligter Passanten auf sich. Einige Busse mit Touristen halten auf dem Parkplatz vor unserem Hotel an, die Menschen steigen aus und blicken unsicher gen Himmel. Fast vier Minuten lang genießen wir begeistert den Blick auf einen makellosen weißen Ring aus Licht, der die schwarze Mondscheibe umgibt und werden Augenzeugen, wie der Mond in dieser Zeit langsam seinen Weg vom einen Sonnenrand zum anderen zurücklegt.

Zu meiner »Sammlung« gehört nun also auch eine ringförmige Sonnenfinsternis. Es wird aber sicherlich nicht die letzte sein. <<

Für AH-Redakteur und »Finsternisfreak« **Stephan Fichtner** steht Ende März 2006 bereits ein Besuch in der Türkei fest auf dem Programm.

Neues vom künstlichen Sternhimmel

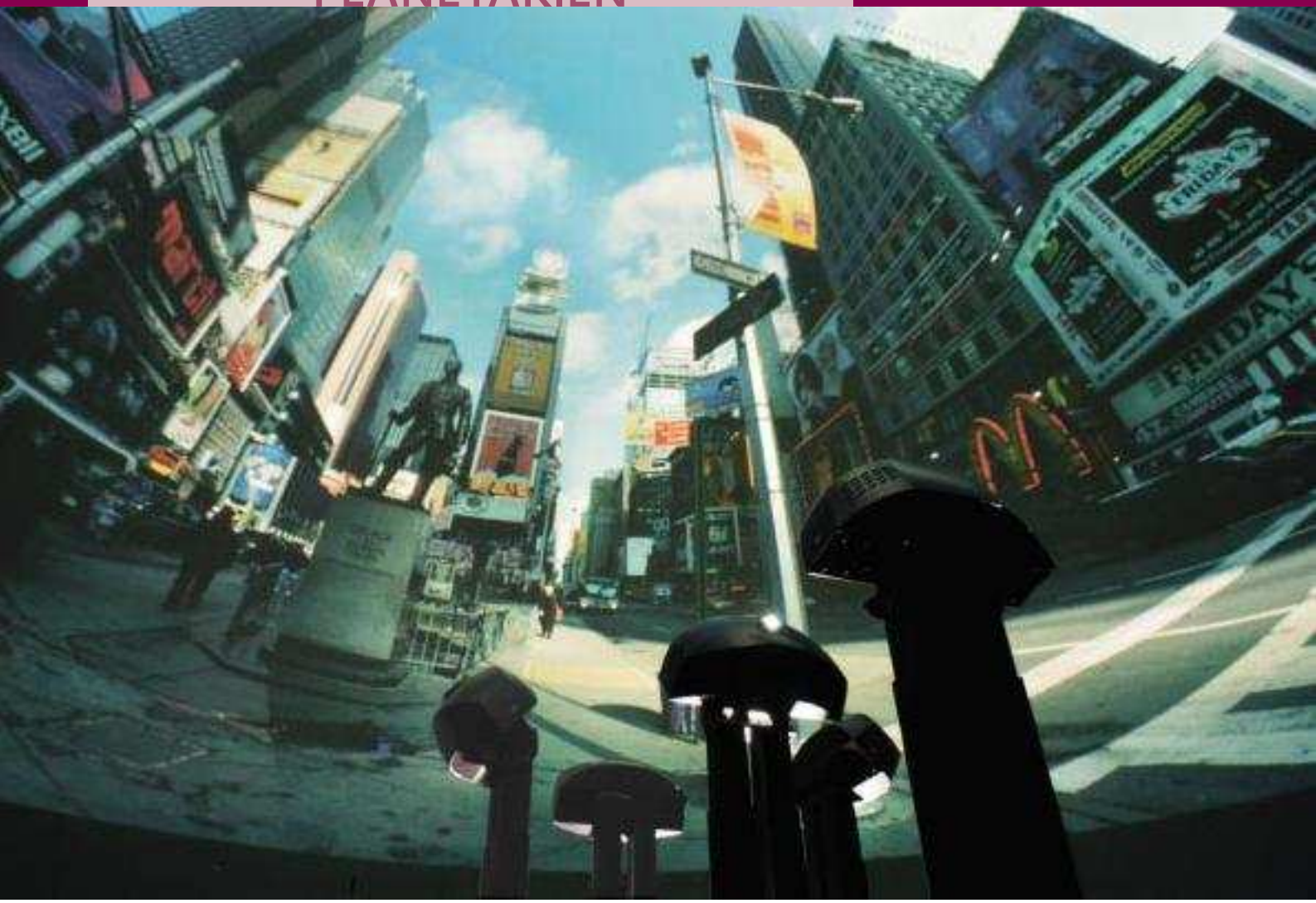
Zeiss präsentiert eine Reihe neuer Produkte, die die Sterntheater der Zukunft prägen werden. **>> Andreas Scholl**

Zeiss rief – und die Planetarier kamen. Über 150 Fachleute aus aller Welt waren vom 9. bis 11. Oktober bei Carl Zeiss in Jena zu Gast bei den »Planetarium Innovation Days« und bekamen ein regelrechtes Feuerwerk neuer Produkte zu sehen.

Mit besonderer Spannung wurde die vierte Generation des Zeiss-Kleinplanetariums erwartet. Schon äußerlich unterscheidet sich der ZKP 4 Skymaster von seinen Vorgängern. Kein klassisches Zeissblau prägt sein Erscheinungsbild, sondern edles Anthrazit (Foto rechts), das sich bei seinen großen Brüdern Starmaster und Universarium (für mittlere beziehungsweise große Kuppeln, AH 10/2004, S. 28) bereits durchgesetzt hat. Der neue Skymaster besitzt im Gegensatz zu Starmaster und Universarium keinen »Starball« – der wie ein übergroßes Fabergé-Ei aussieht, sondern die klassische Hantelform (Foto rechts), wie sie auch bei Mittel- und Großprojektoren lange Zeit typisch war. Dennoch bietet er viele Darstellungsmöglichkeiten, die Planetariumsbesucher bisher nur in den größten und modernsten Häusern zu Gesicht bekommen konnten. Dank digitaler zweiachsiger Ansteuerung sind >

ALLE FOTOS DIESES ARTIKELS: CARL ZEISS

Die 4. Generation des Zeiss-Kleinplanetariums unterscheidet sich nicht nur äußerlich von seinen Vorgängern. In seiner anthrazitfarbenen Hülle steckt jede Menge neue Technik.



Nach New York beamen Die fünf digitalen Projektoren des Spacegate Quinto versetzen den Betrachter an jeden beliebigen Ort – hier mitten auf den Times Square in Manhattan.

> Sonne, Mond und Planeten nicht mehr an ihre Bahnen gefesselt und exakt positionierbar. Wo bisher eine Vielzahl von Zahnrädern über Stunden ihren Dienst verrichten musste, um nur einige Jahrhunderte in die Zukunft oder Vergangenheit zu reisen, sind Zeitsprünge von mehreren tausend Jahren nun binnen Sekunden möglich. Selbst während einer laufenden Vorführung können die Dias in den Planetenprojektoren automatisch gewechselt werden. Alle neun Planeten – die Erde eingeschlossen – und bei Bedarf auch Kometen, Asteroiden oder andere Objekte tauchen so am Himmel auf.

Der Sternhimmel selbst wird mit Hilfe von Glasfasern dargestellt, was bei Groß- und Mittelplanetarien schon lange üblich ist. Bei Kleinplanetarien aber galt dies noch bis vor wenigen Jahren als undenkbar, vor allem aus Platzgründen. Durch eine Lichtleitfaser wird jeder einzelne Stern direkt beleuchtet – 7000 Sterne insgesamt. Deren Leuchtkraft ist damit größer als bei den Vorgängergeräten und erlaubt den Einsatz in Kuppeln mit bis zu 14 Meter Durchmesser, die bislang dem Starmaster vorbehalten waren.

Der erste ZKP 4 wurde bereits geliefert: in die Türkei. Ab wann auch Sternfreunde im deutschsprachigen Raum dieses Gerät zu sehen bekommen, ist zur Zeit noch ungewiss, es gibt Planungen, die aber noch nicht spruchreif sind.

Mit Laser- und Digitaltechnik

Zweites, großes Thema bei den »Planetarium Innovation Days« waren die digitalen Sterntheater. Der Trend zur solchen »All-« oder »Fulldome« genannten Technik kommt aus den USA. Nun erfreuen sie sich auch in Europa wachsender Beliebtheit. Mit Systemen amerikanischer Anbieter arbeiten zum Beispiel die Planetarien in Luzern, Kiel und Hamburg. Dia- und Effektprojektoren, die sonst zur Standardausrüstung gehören, sind dort kaum noch im Einsatz. Die Möglichkeiten der digitalen Technik machen Dias zwar nicht ganz überflüssig, lassen sie aber regelrecht alt aussehen.

Auch Zeiss ist in diesem Sektor tätig und bietet verschiedene Systeme für unterschiedliche Kuppelgrößen an. Das hochwertigste System ist der All Dome Laser Image Projector (Adlip), der die kuppelfüllende Projektion von kontrastreichen Bildern und Animationen in satten Farben erlaubt. Der Öffentlichkeit ist er bislang leider nur in der chinesischen Hauptstadt Peking zugänglich.

Die neueste Adlip-Generation wurde der Fachwelt jetzt vorgestellt. Manch ein Planetariumsleiter mag feuchte Augen bekommen haben, nicht nur wegen der beeindruckenden Bilder, sondern vermutlich auch ob der Tatsache, dass sein Bud-

get die Anschaffung eines solchen Systems in absehbarer Zeit nicht gestattet.

Die amerikanische Firma Sky-Skan kann bereits viele Jahre Erfahrung auf dem Gebiet der Ganzkuppelprojektion vorweisen und arbeitet schon seit Langem mit Zeiss eng zusammen. Gemeinsam entwickelten beide Firmen den Definiti-Twin (Bild rechts), einen Digitalprojektor, der für kleine und mobile Planetarien gedacht ist. Zwei Zeiss-Digigon-Objektive sorgen für die Darstellung von Fotografien und Sternen an der Kuppel. »Der optische Zeiss-Sternhimmel bleibt sicher unübertroffen. Die digitale Sternhimmel-Projektion hat aber mittlerweile eine beachtliche Qualität erreicht«, lobt Michael Teichert vom Planetarium in Dessau.

Nicht nur Schnickschnack!

»Abgesehen davon bietet das Gerät alles, was man sich als nicht vordergründig show-, sondern bildungsvermittelnder Kleinplanetarier wünschen kann«, so Teichert weiter. Mit Hilfe der integrierten Software lässt sich nicht nur der Sternhimmel darstellen, sondern beispielsweise können Sterne bei ihrem Tagesgang Strichspuren hinterlassen, was die scheinbare Drehung des Himmels um den Polarstern erläutert.

Seine Weltpremiere bei den Innovation Days feierte das fünfkanalige Alldome-System Spacegate Quinto (Foto links), das in erster Linie für kleine und mittlere Planetarien konzipiert wurde. Die Projektion erfolgt zwar vom Zentrum der Kuppel aus, in der Mitte bleibt aber Platz für den eigentlichen Planetariumsprojektor. Somit kann künftig der Besucher gleichzeitig die Vorzüge bisheriger und die neuer digitaler Systeme genießen.

In der 14-Meter-Werkskuppel von Zeiss wurde genau diese Möglichkeit demonstriert. Beide Systeme kamen bei der Show »Nordlichter« synchron gesteuert zum Einsatz. Am bewegten Sternhimmel des ZKP 4 zog der Spacegate Verbindungslinien zwischen den Sternen oder setzte Sternbildfiguren an die richtige Stelle. Bernd Warmuth von Intermedia Klagenfurt, der die Show produzierte, ist selbst begeistert: »Die Kombination eines brillanten, optischen Glasfaser-Sternfelds mit digitalen Fulldome-Inhalten eröffnet ganz neue Wege der Kreativität. Ich sehe die Zukunft der Planetariums-Shows in der behutsamen Kombination aller in der Kuppel zur Verfügung stehenden Möglichkeiten.«

Eine weitere viel beachtete Premiere war die Präsentation des neuen Sony-Projektors 4Dome, der sich einer speziellen Zeiss-Optik bedient. Zwei dieser Geräte mit einer Auflösung von je acht Millionen Pixeln reichen aus, um die Kuppel mit einem brillanten Bild und Animationen zu bedecken. Das System ist somit für mittlere und große Häuser eine kostengünstigere Alternative zum Adlip.

In Jena wurde klar, dass die Welt der Sterntheater mitten im Umbruch steckt. Die majestätischen Sternprojektoren im Zentrum einer großen Kuppel haben nach wie vor ihre Existenzberechtigung, denn für die naturgetreue Darstellung des Sternhimmels sind sie derzeit unersetzlich. Zeiss, Marktführer bei optisch-mechanischen Geräten, setzt nun auch in der digitalen Technik deutliche Akzente. Das Interesse der Planetariumsbetreiber war offensichtlich. Wenn Sie hören, dass das Sterntheater in Ihrer Nähe mit solchen Geräten ausgestattet wird, sollten Sie sich unbedingt Ihren Lieblingsplatz in der Kuppel reservieren. <<

Die digitale Revolution hat jetzt auch kleinere Projektoren wie den Definiti-Twin erfasst.

Andreas Scholl, Webmaster von »Planetarium online«, ist von den neuen technischen Möglichkeiten begeistert.

Weblinks

www.zeiss.de/planetarien
www.planetarium-online.info

Zwischen Großstadt und Mittelgebirge

Im Rhein-Main-Gebiet gibt es schöne Landschaften, vierspurige Autobahnen, den Frankfurter Flughafen – und eine lebhafte Astroszene.

>> Michael Vogel

Sie sind Rheinländer und interessieren sich für Astronomie? Über ein Dutzend astronomische Vereine im Rhein-Main-Gebiet bieten Führungen, Kurse und Vorträge an. Selbstverständlich beobachten sie den Sternhimmel auch mit eigenen Teleskopen (www.astro-mainz.de/Welcome2.html). Überdies gibt es Privatsternwarten und Astro-Arbeitsgemeinschaften an Schulen. Die Vereine pflegen regelmäßige Kontakte untereinander, zum Beispiel geben acht hiesige Sternwarten gemeinsam eine Astronomiezeitschrift heraus.

Besonders hervorzuheben ist der Physikalische Verein Frankfurt (www.physikalischer-verein.de). Mit seinen rund 1100 Mitgliedern ist er der größte regionale Astroverein Deutschlands nach der Berliner Wilhelm-Förster-Sternwarte. Er wurde vor etwa 180 Jahren auf Initiative Goethes gegründet (siehe »Sterngucken mit Goethe«, AH 12/2005, S. 62).

Historisches Erbe

»Wohlhabende Frankfurter Bürger haben damals viel Geld in den Verein investiert«, erzählt Vorstandsmitglied Volker Heinrich. Davon zehre der Verein, der in Frankfurt eine Volkssternwarte und im Taunus eine Außenstation betreibt, noch heute. Jeden Freitag gibt es in der Sternwarte einen astronomischen Vortrag, im Schnitt kommen 150 Besucher. Danach können sich die Zuhörer an den Teleskopen versuchen. Die Frankfurter Astronomen träumen davon, sich irgendwann ein Wissenschaftszentrum mit Planetarium zuzulegen.

Weiter westlich hat sich die »Astronomische Arbeitsgemeinschaft Mainz« niedergelassen (www.astro-mainz.de), sie zählt rund 75 Mitglieder. Auf ihre Initiative hin wurden im Landesteil Nahe-Hunsrück mehrere Sternwarten neu gegründet oder wiedereröffnet. 140 Stufen geht es zur Kuppel der Mainzer Volkssternwarte hinauf; in ihren Räumen richtet die Arbeitsgemeinschaft ihre öffentlichen Veranstaltungen aus. Etwa 2800 Besucher zählt der Verein in einem typischen Jahr. »Unsere Mitglieder beobachten den Himmel auch von der Paul-Baumann-Sternwarte südwestlich von Mainz aus«, sagt der erste Vorsitzende Friedrich Gerber.

Auf der anderen Seite des Rheins liegt die Stadt Wiesbaden mit der »Astronomischen Gesellschaft Urania« (www.urania-wiesbaden.de). »Mit den Mainzern haben wir einen gemeinsamen Stamm- >

PHYSIKALISCHER VEREIN FRANKFURT

AAG MAINZ, FRIEDRICH WILHELM GERBER

Die städtische Skyline bietet den Mitgliedern des Physikalischen Vereins Frankfurt eine futuristische Kulisse für Himmelsbeobachtungen (ganz links). Von der Mainzer Volkssternwarte bietet sich eine beeindruckende Aussicht auf die Peterskirche dar (links).

PHYSIKALISCHER VEREIN FRANKFURT

Der Physikalische Verein Frankfurt ist der zweitgrößte regionale Astroverein Deutschlands. Hier zu sehen ist die von ihm betriebene Frankfurter Volkssternwarte, die sich vieler Besucher erfreut.

> tisch«, lacht der zweite Vorsitzende Horst-Reiner Schneider. 2500 Besucher pilgern jährlich zur Volkssternwarte in einer Wiesbadener Schule.

Jede Menge Sterngucker, jede Menge Kontaktadressen

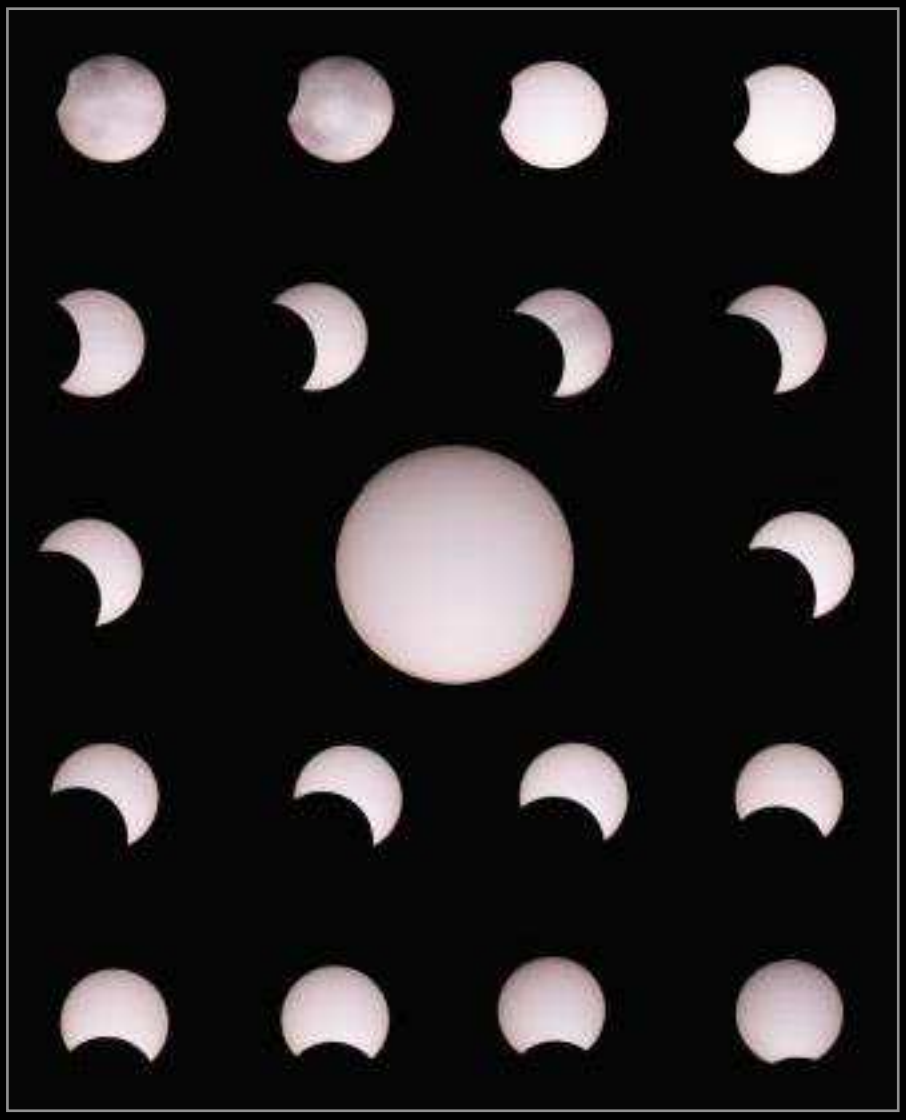
Weitere astronomische Vereine gibt es im Umfeld von Mainz und der hessischen Landeshauptstadt Wiesbaden: die Rüsselsheimer Sternfreunde (www.sternfreunde-ruesselsheim.de), der Verein der Sternfreunde Bad Kreuznach (www.sternwarte-kreuznach.de), die Volkssternwarte im Volksbildungswerk Hofheim-Marxheim (www.sternwarte-hofheim.de) und die Volkssternwarte Wetterau (www.sternwarte-wetterau.de). Alle vier haben ihre Sternwarten weit gehend selbst gebaut und bieten Vorträge, Kurse und Beobachtungen an. Die Mitgliederzahlen liegen im zweistelligen Bereich.

Im Süden des Rhein-Main-Gebiets gibt es mit der Volkssternwarte Darmstadt (www.vsda.de) nochmals eine größere Einrichtung, sie zählt rund 160 Mitglieder. Die Sternwarte im Süden der Stadt haben die Darmstädter zum größten Teil selbst gebaut. »Besonders wichtig ist uns der Kontakt zur Öffentlichkeit«, sagt der erste Vorsitzende Andreas Domenico. Um dem Mitgliederschwund zu begegnen, will der Verein künftig verstärkt in die Jugendarbeit investieren. Damit habe man in der Vergangenheit gute Erfahrungen gemacht, so Domenico. Die Volkssternwarte wirkte früher regelmäßig am städtischen Ferienprogramm mit und unterhielt eine eigene Jugendgruppe. <<

Michael Vogel war von der Amateurastronomie zwischen Taunus und Spessart beeindruckt.

Sonne, Mars und Sterne

Einige schöne Aufnahmen der Sonnenfinsternis vom 3. Oktober und die Marsopposition 2005 stehen diesmal im Mittelpunkt der Glanzlichter.



Finsternis-Mosaik
Auf einem Treffen der Sternfreunde Bremerhaven am 3. Oktober 2005 entstand dieses eindrucksvolle Mosaik der in Deutschland nur partiellen Sonnenfinsternis.

>> Maciek Libert

Blick ins Herz des Nebels

Dieses Bild des Orionnebels wurde am Centro Astronómico Hispano Alemán (CAHA) auf dem Calar Alto, Spanien, gewonnen. Sieben Einzelfotos, zusammengesetzt und bearbeitet mit Iris und Photoshop **>> Steffen Brückner**

Orange-roter Planet

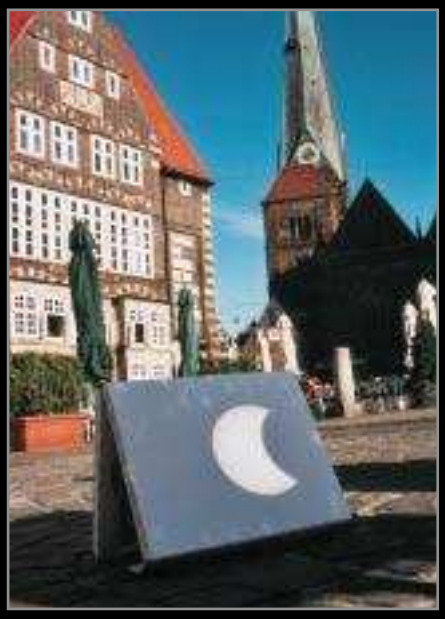
Die beiden Marsaufnahmen von Mitte (links) und Ende September (rechts) wurden mit einem C 11 mittels Okularprojektion und einer Philips-Vesta-Pro-Webcam aufgenommen und mit Uranos bearbeitet.

>> Bernd und Uwe Brendemühl

Mars-Rotation

Sequenz von Marsfotos zwischen dem 14.9. und 11.10. 2005. Deutlich ist das Anwachsen des Planetenscheibchens von 15,9 auf 19,3 Bogensekunden zu erkennen. Weniger klar, aber immerhin noch sichtbar ist die Zunahme der Phase von 90 auf 96 Prozent.

>> Tom Fliege



Wie gemalt

Mit einem 7 × 50-Fernglas wurde die Sonnenfinsternis am Bremer Marktplatz auf eine weiße Leinwand projiziert – ohne Sonnenschutz gefahrlos zu betrachten!

>> Torsten Damme

Live aus Madrid

Mit seinem Videocamcorder machte sich Siegfried Trattnig auf den Weg nach Madrid, um dort die ringförmige Finsternis zu filmen. Das Bild entstand mit einem Zweifach-Telekonverter.

>> Siegfried Trattnig

Schicken Sie mir Ihre Astroaufnahmen

Mit einem tiefen Griff in mein Bildarchiv förderte ich vor Kurzem eine meiner ersten Deep-Sky-Aufnahmen ans Tageslicht: die Andromeda-Galaxie M31 im gleichnamigen Sternbild (Bild oben).

Am 31. Juli 1979 bannte ich unsere benachbarte Welteninsel mit einem Fünfzig-Millimeter-Objektiv elf Minuten lang auf Agfa Diafilm CT21. Kamera und Objektiv hatte ich kurzerhand mit einer selbst gebauten Halterung huckepack auf ein Kaufhausteleskop montiert. Während der Belichtung musste ich die Stundenachse meines Teleskops per Hand weiterdrehen, denn eine motorische Nachführung war zu dieser Zeit für mich noch ein unerschwinglicher Luxus. Anschließend stellte ich eine starke Ausschnittsvergrößerung her, um die Begleitgalaxien zu identifizieren, was auch gelang.

Fast ein Vierteljahrhundert später kam mir das gleiche Objekt wieder vor die Linse (Bild unten). Die neue Aufnahme zeigt exakt den gleichen Himmelsausschnitt wie die von 1979 und entstand am 24. August 2004 bei wesentlich schlechteren Beobachtungsbedingungen unter einem aufgehellten Großstadthimmel. Diesmal dauerte die Belichtung drei Stunden und 40 Minuten. Während meine digitale Astrokamera automatisch Bild für Bild abwechselnd durch Rot-, Grün- und Blaufilter aufnahm, lag ich jedoch im Bett und schlief. Durch die längere Brennweite von 620 Millimetern und die höhere Auflösung der Kamera konnte ich diesmal deutlich mehr Einzelheiten und realistischere Farben festhalten. Das ist vor allem das Verdienst der elektronischen Bildbearbeitung, welche die ganze Fülle gewonnener Informationen erst sichtbar macht. Aber auch die sehr präzise Montierung ermöglicht solch lange Belichtungszeiten. Obwohl ich das ältere Bild von 1979 mit nur fünfzig Millimeter Brennweite aufgenommen habe, besitzen alle hellen Sterne der Aufnahme ein »Schwänzchen« – der Hinweis auf eine nicht perfekte Nachführung.

Ob Sie es glauben oder nicht: Damals hatte ich die gleiche Freude beim Aufnehmen und beim Betrachten des Bilds wie 2004.

Mit der heutigen Technik erreichen Sie in wesentlich kürzerer Zeit eindrucksvolle Ergebnisse. Aber nicht auf Anhieb. Wenn Sie also Aufnahmen haben, von denen Sie glauben, dass sie noch verbessert werden können, dann schicken Sie mir diese bitte unter dem Stichwort »Hochglanz« an die unten angegebene Adresse. Es würde mich freuen, Ihnen einen kleinen Schritt weiterhelfen zu können.

>> Stefan Seip

Optik: Minolta MD, 50-mm-Objektiv; Kamera: Minolta XD-7; 11 Minuten belichtet

Optik: Astro-Physics Traveler 105mm f/6; Kamera: SBIG STL 11000M; 3 h 40 min belichtet

Machen Sie mit: Wir freuen uns auf Ihre Astrofotos!
Aus allen Einsendungen wählen wir einige der schönsten aus und veröffentlichen sie als »Glanzlichter« im Heft. Bitte senden Sie uns hoch aufgelöste und ungezippte JPEG-Bilder. Geben Sie auch Details über Teleskop, Kamera oder Aufnahmetechnik an. Ihre Beiträge zur Rubrik »Hochglanz« schicken Sie bitte mit entsprechendem Vermerk zusammen mit den Rohbildern an:

Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH • Redaktion ASTRONOMIE HEUTE • Postfach 10 48 40
D-69038 Heidelberg • E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de

Die Go-to-Revolution

Computergesteuerte Teleskope zeigen Ihnen den Mond, die Planeten und vieles mehr – einfach auf Knopfdruck.

>> Dennis di Cicco

Wie viele meiner Freunde, die in den Tagen des Sputniks aufwuchsen, lernte auch ich, mich mit simplen Sternkarten aus billigen Büchern am Nachthimmel zurechtzufinden. Auf dem Dach meines Hauses sitzend brachte ich mir die Sternbilder selbst bei und suchte sie dann mit einem Fernglas nach den wenigen in den Karten verzeichneten Sternhaufen und Nebeln ab. An die Stelle des Feldstechers rückte irgendwann ein kleines Teleskop, an die Stelle der schlechten Sternkarten etwas bessere. Aber immer noch war meine Auswahl an Beobachtungsobjekten auf diejenigen beschränkt, welche die Kartenhersteller für wichtig genug hielten, um sie abzudrucken.

Magerer Erfolg

Ich wollte mehr und schwierigere Objekte finden. Also nahm ich mir jene umfangreichen Tabellen in astronomischen Katalogen vor, die ungefähr genauso spannend zu lesen sind wie ein Telefonbuch – allerdings ohne die vielen lustigen Namen darin. Das Problem bestand darin, aus den Katalognummern die Objekte herauszufinden, die im Okular interessant aussehen könnten. Ich markierte die möglichen Kandidaten in den Sternkarten und machte mich dann mit meinem Teleskop auf die Jagd nach ihnen. Abgesehen von gelegentlichen Erfolgserlebnissen war der Lohn für die Mühsal meist recht dürftig – nicht jede Galaxie sieht wie die Andromedagalaxie aus und nicht jeder Nebel wie der im Orion.

NIGHT SKY, J. KELLY BEATTY

Dank automatischer Teleskopsteuerung lassen sich Himmelsobjekte kinderleicht auffinden.

ALAN DYER

Wie viele Sternhaufen und Nebel stecken in diesem Bild der nördlichen Milchstraße? Viel zu viele, um sie zu zählen. Wenn Sie aber ein Teleskop mit Go-to-Technik besitzen, können Sie etliche davon mit wenig Tastendrücken ansteuern.

Nun, die Zeiten haben sich seither geändert, und heute befinden wir uns mitten in der so genannten Go-to-Revolution. Motorgetriebene Teleskope können jetzt mit Computern ausgerüstet werden, die Tausende von Objekten ansteuern und ihnen über den Himmel folgen, während sich die Erde dreht. Kein Kopfzerbrechen mehr über Koordinaten und Karten! Heute braucht man lediglich ein paar Knöpfe zu drücken und erkennt schon wenige Sekunden später, ob ein Himmelsobjekt im Okular schön aussieht. Seit es Go-to-Teleskope gibt, warte ich mit neu entfachter Begeisterung auf jede klare Nacht und auf die Gelegenheit, unbekannte Objekte zu erspähen. Kurz gesagt: Es macht einfach Spaß.

Es gibt aber auch noch einen ganz praktischen Grund, mit Go-to-Teleskopen zu beobachten. Während meiner Kindheit auf dem Land war der Nachthimmel wirklich finster. Das erleichterte es mir enorm, schwach leuchtende Sterne aufzuspüren, um mich auf meiner Suche nach Deep-Sky-Objekten an ihnen zu orientieren. Heute jedoch werden viele Gestirne vom Schleier der städtischen Lichtverschmutzung verschluckt; es kann daher frustrierend und schwierig sein, mit einem gewöhnlichen Fernrohr ein bestimmtes Objekt zu finden.

Zum Glück ist das Computerhirn eines Go-to-Teleskops gegen einen hellen Himmelshintergrund immun. Es erlaubt selbst den Neulingen in der Amateurastronomie, praktisch jedes denkbare Ziel am Firmament ins Gesichtsfeld zu rücken. Zwar verwischen die schwächeren Deep-Sky-Objekte in der allgemeinen Lichtverschmutzung – besonders Nebel und Galaxien –, doch Sternhaufen sind auch unter städtischen Bedingungen sehr schön anzuschauen.

Wo wir gerade bei möglichen anzusteuernden Objekten sind: Die Hersteller von Go-to-Teleskopen prahlen gern damit, wie viele Ziele sie in die Datenbank des Computers eingespeichert haben. Vergessen Sie's! Sogar die einfachsten Go-to-Fernrohre können derart viele Objekte finden – den Mond, die Planeten und hellsten Sterne genauso wie zahlreiche Galaxien, Sternhaufen und Nebel –, dass Sie sich für den Rest Ihres Lebens ausschließlich mit Beobachten beschäftigen könnten.

Die Vorbereitung: gewusst wie

Es stimmt schon: Go-to-Teleskope lösen ihr Versprechen aus der Werbung ein, dass sie das Ansteuern eines beliebigen Ziels am Himmel zum Kinderspiel machen. Ein paar Punkte sind trotzdem zu beachten, insbesondere wenn Sie gerade erst lernen, sich am Himmel zurechtzufinden. Insbesondere sind (heutige) Go-to-Teleskope keine Plug-and-play-Geräte: Sie können sie nicht einfach irgendwo hinstellen, einschalten und dann erwarten, jedes ausgewählte Objekt sofort auf Knopfdruck zu finden. Bevor es losgehen kann, müssen Sie etwas Zeit für die Inbetriebnahme des eingebauten Computers und für die Ausrichtung des Fernrohrs aufwenden.

Was am Himmel zu sehen ist, hängt von Ihrem Standort sowie vom Datum und der Uhrzeit ab. Deshalb müssen Sie den Computer zunächst mit diesen grundlegenden Informationen versorgen. Er wird üblicherweise mit einer Steuerkonsole bedient, die einige Knöpfe, ein Tastenfeld und eine kleine LCD-Anzeige aufweist. Die anspruchsvollsten und teuersten Geräte auf dem Markt stützen sich auf eine eingebaute GPS-Technologie, welche die oben genannten Daten automatisch liefert.

Bevor Ihr Fernrohr Ihnen die gewünschten Ziele zeigen kann, wird es für gewöhnlich einige helle Sterne anfahren und Sie dann auffordern, zu bestätigen, dass es die richtigen sind und dass sie im Zentrum des Gesichtsfelds stehen. Aus diesem Grund sollten Sie eine Sternkarte zur Hand haben und damit auch umgehen können. Am praktischsten ist hier ein drehbares Exemplar.

Haben Sie die bisher geschilderten Vorbereitungen schließlich gemeistert, Ihr neues, glänzendes Teleskop ausgepackt und erfolgreich aufgestellt, brennen Sie wahrscheinlich darauf, mit dem Beobachten zu beginnen. Sollte es noch Tag sein, können Sie den Anbruch der Nacht vermutlich kaum erwarten. Seien Sie jedoch froh, dass es noch nicht dun- >

FOTOS DIESER DOPPELSEITE: NIGHT SKY, C.M. UTTER

Steuerkonsolen gab es bei älteren Go-to-Teleskopen nur als Option. Die meisten heutigen Modelle werden dagegen als Komplettsystem verkauft.

> kel ist – das gibt Ihnen die Gelegenheit, Ihr Fernrohr bei Tageslicht zu überprüfen! Dadurch ersparen sie sich die schrecklichen Momente, in denen Sie ausrufen: »Oh, das hätte ich nicht tun sollen«, wenn Sie versuchen, alles draußen in der Dunkelheit zu erledigen.

Sie vermuten jetzt vielleicht, dass ich Ihnen vorschlagen will, Sie sollten die Anleitung von Anfang bis Ende durchlesen. Nichts da. Sie sollten die Anleitung zwar lesen, aber nach und nach – nicht sofort und auf einmal. Die Teleskophersteller wissen, dass die Besitzer eines neuen Fernrohrs so schnell wie möglich nach draußen und beobachten wollen, statt sich durch eine technische Schwarte hindurchzuwühlen. Wenn Sie wie ich veranlagt sind, überfliegen Sie das Handbuch gerade so weit, dass Sie das Gerät zum Laufen bekommen. Sollten Sie überdies noch ein wenig mit den hellen Sternen und den Sternbildern vertraut sein, können Sie loslegen.

Die Steuerkonsolen der einfachen Go-to-Teleskope sind relativ simpel zu bedienen und die wichtigsten Funktionen stehen auf ein bis zwei Seiten im Handbuch. Bessere Modelle enthalten in der Anleitung eine Seite für den sofortigen Einstieg. Damit machen Sie Ihr Gerät rasch und mit wenig Aufwand betriebsbereit. Wenn Sie später etwas mehr Zeit haben, studieren Sie das Handbuch genauer – es enthält viele Hinweise, die Ihnen helfen, Ihr Instrument optimal zu nutzen. Warten Sie aber, bevor Sie sich mit den Einzelheiten befassen, bis Sie ein paar Nächte lang beobachtet haben. Das ist meist sinnvoller als stundenlange Trockenübungen.

Einfach das Teleskop arbeiten lassen

Nachdem Sie die Batterien eingesetzt und das Teleskop angeschaltet haben, wird es Zeit, herauszufinden, welche Informationen der Computer benötigt, bevor er ein Objekt ansteuern kann. Machen Sie sich damit vertraut, wie Sie die Eingaben vornehmen müssen und wie lange die einzelnen Aktionen des Geräts dauern. Führen Sie die komplette Initialisierungs- und Justierungsprozedur durch. Es spielt keine Rolle, dass es noch Tag ist und keine Sterne zu sehen sind: Lassen Sie einfach das Teleskop arbeiten und schauen Sie genau zu.

Einige der angegebenen Daten werden wahrscheinlich gespeichert, insbesondere Ihr Beobachtungsort, damit die Initialisierung das nächste Mal schneller abläuft. Diese Trockenübung hilft Ihnen auch ein Gespür dafür zu bekommen, wie lange es dauert von Objekt zu Objekt zu »springen«. Üblicherweise läuft der Motor mit hoher Geschwindigkeit, bis das Fernrohr ungefähr in die richtige Richtung zeigt. Dann kriecht das Teleskop langsam auf das Ziel zu, um es im Gesichtsfeld zu platzieren. Dieser automatische Prozess kann rund eine Minute dauern, vor allem, wenn Sie Objekte ansteuern, die am Nachthimmel weit voneinander entfernt sind. Unterbrechen Sie die Bewegung des Teleskops nicht durch das Drücken irgendwelcher Knöpfe – zumindest nicht, bis Sie signalisiert bekommen, dass das Objekt gefunden wurde (meistens durch einen Piepton oder einen Hinweis auf der LCD-Anzeige). Geduld ist in diesem Fall unbestritten eine Tugend.

Manche Go-to-Teleskope verzeihen Bedienungsfehler eher als andere. Gelegentlich kann es passieren, dass der Computer hängt oder sich merkwürdig verhält, wenn Sie während der Bewegung Tasten drücken. In diesem Fall müssen Sie das System aus- und wieder einschalten und anschließend neu initialisieren. Sollten die Probleme auch dann nicht verschwinden, das Teleskop stehen bleiben, sich unregelmäßig bewegen oder erscheinen kryptische Zeichen auf dem LCD-Display, überprüfen Sie bitte die Batterien. All dies sind klassische Symptome einer unzureichenden Stromversorgung. Wenn Ihr Teleskop zu wenig elektrische Energie bekommen

hat, müssen Sie den Initialisierungsprozess wiederholen, damit der Computer sich neu orientieren kann.

Irgendwann kommt der Moment, wo eine klare Nacht heraufzieht und Sie bereit sind, nach draußen zu gehen. Überlegen Sie sich als Erstes, wo Sie das Fernrohr aufstellen wollen. Schauen Sie sich dort genau um: Haben Sie eine ausreichend freie Sicht auf das Firmament? Sind Mond, Saturn oder was immer Sie beobachten wollen weit genug von Bäumen oder nahen Gebäuden entfernt? Falls nicht, suchen Sie einen besseren Platz. Denken Sie aber daran, dass Sie das Gerät an jedem neuen Ort wieder neu initialisieren müssen, um den Computer mit dem Himmel zu synchronisieren. Das gilt auch, wenn Sie den Standort nur um wenige Meter verändern.

»Können wir endlich beobachten?«

Richten Sie als Nächstes das Stativ waagrecht aus. Obwohl ein richtig initialisierter Go-to-Computer schlau genug ist, eine Schrägstellung zu kompensieren, geht er doch zu Beginn der Einschaltprozedur davon aus, dass das Stativ gerade steht. Sie werden es sich jedenfalls etwas leichter machen, wenn Sie für dessen Ausrichtung eine oder zwei Minuten opfern. Eine kleine Wasserwaage ist hier sehr hilfreich.

Orientieren Sie das Fernrohr dann so genau wie möglich nach Norden – allerdings nicht auf den magnetischen Nordpol, den der Kompass anzeigt, sondern auf den Polarstern. Da es hier auf Präzision ankommt, sollten Sie nicht im Ungefähren bleiben. Ein Polsucher ermöglicht Ihnen die exakte Einnordung. Wenn dieser nicht vorhanden ist, zentrieren Sie den Nordstern in einem Okular mit geringer Vergrößerung und stellen Sie den Tubus anschließend waagrecht, wobei Sie dessen Ausrichtung mit einer Wasserwaage kontrollieren sollten. Es mag sein, dass Ihnen diese Verfahrensweise etwas pedantisch vorkommt, aber sie garantiert, dass die nun folgende automatische Justierung schnell und zufrieden stellend abläuft.

Abhängig vom Teleskophersteller und dem Modell verfügen Sie eventuell über mehrere Optionen für die Grundausrichtung: Ein-Stern-, Zwei-Stern-Methode oder ein automatisches Verfahren. Bei der erstmaligen Nutzung des Fernrohrs können Sie die Ein-Stern-Variante ignorieren, denn diese ist für Geräte gedacht, die bereits ausgerichtet wurden und nun erneut benutzt werden sollen. Bei der Zwei-Stern-Methode müssen Sie die Leitsterne während der Initialisierung des Computers selbst einstellen. Das funktioniert am besten, wenn Sie sich am Firmament auskennen und die meisten hellen Sterne mit Namen kennen. Diese Fähigkeit wird Ihnen auch dann von Nutzen sein, wenn ein Großteil des Himmels durch Bäume oder Gebäude verdeckt ist und nur ein paar Gestirne zu sehen sind.

Das automatische Verfahren arbeitet ähnlich wie die Zwei-Stern-Methode, nur dass der Computer die Sterne selbst auswählt und ansteuert. Da diese an beliebiger Stelle am Himmel stehen können, benötigt dieser Vorgang eine möglichst freie Sicht. Sollte irgendeiner der Justiersterne nicht zu sehen sein, drücken Sie einfach einen Knopf und der Computer wählt einen anderen aus.

Möglicherweise sind Ihnen einige Namen, die während der Initialisierung auf dem LCD erscheinen, nicht vertraut. Machen Sie sich aber keine Sorgen. Meist ist der ausgewählte Stern sehr auffällig, weil er der hellste im jeweiligen Himmelsbereich ist, auf den das Fernrohr zeigt. Ziehen Sie im Zweifelsfall eine Sternkarte zu Rate. Unabhängig davon, welche Gestirne ausgewählt werden, müssen diese mit den Pfeil- oder Positionierungstasten im Okular zentriert werden, bevor Sie zum nächsten Schritt übergehen.

Bevor Sie nun Ihre Familie oder Ihre Freunde zum Beobachten nach draußen bitten, machen Sie noch einen letzten Test. Richten Sie Ihr Fernrohr, nachdem es seine Funktionsbereitschaft signalisiert hat, mittels der Steuerkonsole auf einen hellen Stern oder Planeten. Wenn das System korrekt justiert ist, sollte das Objekt bei schwacher Vergrößerung etwa in der Mitte des Gesichtsfelds (zumindest im Sucher) zu sehen sein. Falls das nicht der Fall ist wird es langsam Zeit, die Anleitung hervorzuholen und einen neuen Versuch zu starten.

Nur nicht rempeln

Haben Sie sämtliche Vorbereitungen zufrieden stellend abgeschlossen, rufen Sie Ihre Lieben und begeben Sie sich auf Entdeckungsreise durchs Universum. Weisen Sie gleich zu Beginn darauf hin, dass jeder darauf achten muss, nicht gegen das Stativ zu stoßen. Der Computer bekommt eine Positionsänderung des Stativs nicht mit und wird nach einem Anrempler nicht mehr richtig nachführen. Wenn Sie erst einmal mit dem Justierverfahren vertraut sind, beherrschen Sie das Aufstellen (oder das Neujustieren) des Teleskops im Schlaf.

Sollten Sie noch kein Go-to-Teleskop besitzen, dann sagen Sie sich jetzt möglicherweise: »Ich muss auf jeden Fall so ein Ding haben.« Sie brauchen nicht lange danach zu suchen. Computergesteuerte Fernrohre kann man inzwischen fast über- >

Ihr Go-to-Teleskop ist vermutlich auf einer horizontalen Bodenplatte montiert. Zum Nachführen bewegt der Computer das Fernrohr hoch/runter sowie rechts/links. Einige Go-to-Teleskope können äquatorial montiert sein, sodass sich die Nachführung nur um eine Achse drehen muss. Dazu wird die Bodenplatte um einen Winkel gekippt, der Ihrer geografischen Breite entspricht. Die senkrechte Achse zeigt nun auf den Nordstern.

> all kaufen, von Supermärkten bis hin zu Optikläden. Die Preise fallen allerdings sehr unterschiedlich aus. Einige Go-to-Teleskope sind schon für unter 300 Euro zu haben, während andere mehrere tausend Euro kosten (siehe Marktübersicht).

Denken Sie daran: Auch beim Kauf eines Go-to-Fernrohrs gelten die üblichen Auswahlkriterien für ein gutes Teleskop – optische Qualität, stabile Montierung und saubere Verarbeitung. Auf den kommenden Seiten sind einige beliebte Modelle beschrieben, die gegenwärtig im Handel sind. Ausführliche Übersichten, Spezifikationen und sogar vollständige Anleitungen finden Sie auf den Internetseiten der Hersteller. <<

Dennis di Cicco ist seit den frühen 1960er Jahren ein begeisterter Himmelsbobachter. Er schätzt, dass ihm Go-to-Teleskope in den letzten zehn Jahren genauso viele neue Objekte zeigten, wie er in den 30 Jahren davor selbst entdeckte.

HERSTELLER

Celestron
www.celestron-nexstar.de
www.baader-planetarium.de
Tel.: 08145 8802

Seit vierzig Jahren ist Celestron ein Name für Qualitätsteleskope. Berechtigterweise kann die Firma für sich in Anspruch nehmen, in den späten 1980er Jahren das erste kommerziell brauchbare computerisierte Teleskop hergestellt zu haben. Lange, bevor der Begriff »Go-to« in Gebrauch kam. Das Gerät war seiner Zeit allerdings ein wenig voraus und verschwand irgendwann still und leise aus dem Rampenlicht.

Ende der 1990er Jahre erneuerte die Firma ihr Engagement für die Go-to-Technik und hat nun eine ganze Reihe computergesteuerter NexStar-Teleskope im Programm. Die Spanne reicht von kleinen, für den Anfänger geeigneten Spiegelteleskopen und Refraktoren für unter 300 Euro bis zum C20-Astrograf, der um die 50 000 Euro kosten wird und für professionelle Astrofotografen und kleinere Forschungseinrichtungen entwickelt wurde. Außerdem hat Celestron mehrere Go-to-Modelle seines belieten Acht-Zoll-Schmidt-Cassegrain-Teleskops im Angebot, ein Instrument mit ausreichend großer Öffnung, um ein Le-

CELESTRON
CPC 800
200-Millimeter-f/10-Schmidt-Cassegrain; 9×50-Sucherfernrohr; Vierzig-Millimeter-Okular (51×) und Zenitprisma; 45 000 abgespeicherte Objekte; Sky Align; 2850 €

CELESTRON
NexStar 80 SLT
80-Millimeter-f/5-Refraktor; Star-Point-Sucher; 25-Millimeter- (16×) und Zehn-Millimeter-Okular (40×); Zenitprisma; 4000 gespeicherte Objekte; Sky Align; 485 €

CELESTRON
NexStar 8i (Special Edition)
200-Millimeter-f/10-Schmidt-Cassegrain mit XLT-Vergütung; Star-Point-Sucher, 25-Millimeter-Okular (81x), Zenitprisma, 40 000 Objekte; Sky Align; mit GPS-Modul nachrüstbar; 1875 €

CELESTRON
NexStar 114 SLT
114-Millimeter-f/9-Newton; Star-Point-Sucher; 25-Millimeter- (40×) und Zehn-Millimeter-Okular (100×); 4000 gespeicherte Objekte; 485 €

FOTOS DIESER SEITE: CELESTRON

ben lang genügend Beobachtungsmöglichkeiten zu bieten. Hier beginnen die Preise bei etwas unter 2000 Euro.

Zusätzlich zur internen Datenbank mit tausenden Sternen und Deep-Sky-Objekten verfügen NexStar-Teleskope auch über programmierte Besichtigungstouren zu besonders interessanten Objekten. Fällt Ihnen für heute Nacht nichts Gescheites ein? Lassen Sie sich automatisch zu den Glanzlichtern am Himmel führen. Celestrons beste Modelle stützen sich auf GPS-Technologie, um die Initialisierung der eingebauten Computer automatisch vorzunehmen.

Mit Einführung der neuen CPC-Teleskopserie brachte Celestron auch eine neue Handsteuerung auf den Markt. Diese bietet neben einem integrierten Flashspeicher zum Software-Update vor allem einen völlig neuen Ansatz zum Ausrichten azimutal montierter Teleskope. Das »Sky-Align«-Verfahren erlaubt es das Fernrohr perfekt zu justieren, ohne einen einzigen Stern oder die Nordrichtung zu kennen.

Meade

www.meade.de; Tel.: 02861 9317-0

Obwohl der Teleskopriese Meade nicht der Erste war, der ein Go-to-Fernrohr auf den Markt brachte, übernahm er dennoch die Führungsrolle, um für dieses revolutionäre Konzept bei den Amateurastronomen zu werben. Dies insbesondere, als Meade 1999 seine computergesteuerte Version des populären ETX-90 Maksutow-Cassegrain-Teleskops vorstellte. Es war das erste Go-to-Instrument für unter tausend Dollar und brachte die Technik auch Einsteigern und gelegentlichen Sternguckern nahe.

Heute bietet Meade eine große Auswahl an Go-to-Instrumenten, von kleinen Linsenfernrohren für weniger als 300 Euro bis hin zu einem 16-Zoll-Schmidt-Cassegrain für zirka 12 000 Euro. Es gibt einige attraktive Acht-Zoll-Modelle zwischen 1000 und 3000 Euro. Wie Celestron verwendet auch Meade bei seinen anspruchsvolleren Geräten die GPS-Technik.

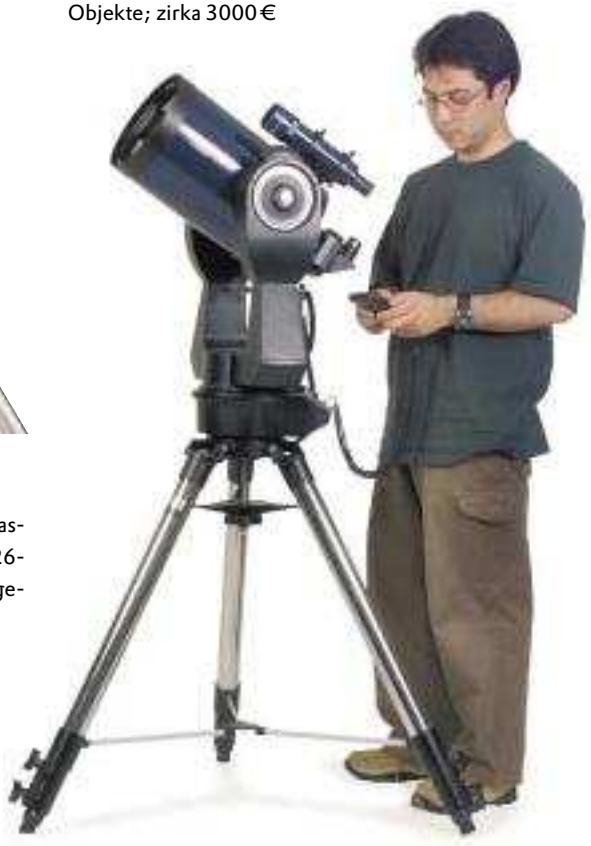
Meades Autostar-Steuerkonsole hat Tausende himmlischer Objekte gespeichert und ihre programmierten Touren zu den schönsten Himmelsobjekten sind die besten, die es gibt. Zusätzlich enthält sie spezielle Rundgänge zu bestimmten Themen, zum Beispiel dem Lebenszyklus der Sterne. Eine Besonderheit des Au- >

MEADE
DS-2070AT
70-Millimeter-f/10-Refraktor, achromatisch; 5 × 24-Sucherfernrohr; 25-Millimeter- (28×) und Neun-Millimeter-Okular (77×); Zenitprisma; 1600 gespeicherte Objekte; zirka 270 .–€

MEADE
DS-2114ATS
114-Millimeter-f/9-Newton; 6 × 30- Sucherfernrohr; 25-Millimeter- (40×) und Neun-Millimeter-Okular (111×); 1600 gespeicherte Objekte; zirka 360 €

MEADE
ETX-125AT
125-Millimeter-f/15-Maksutow-Cassegrain; 8 × 25-Sucherfernrohr; 26-Millimeter-Okular (73×); 30 000 gespeicherte Objekte; zirka 1200 €

MEADE
8" LX200GPS-SMT
200-Millimeter-f/10-Schmidt-Cassegrain; 8 × 50-Sucherfernrohr; 26-Millimeter-Okular (77×); Zenitprisma; 145 000 gespeicherte Objekte; zirka 3000 €



FOTOS DIESER SEITE: MEADE INSTRUMENTS

ORION

SkyQuest XT8 IntelliScope

200-Millimeter-f/6-Newton; 9 × 50-Sucherfernrohr; 25-Millimeter (48×) und Zehn-Millimeter-Okular (120×); 14 000 gespeicherte Objekte; zirka 700 € plus 180 € für die Steuerkonsole

BUSHNELL

NorthStar 90-mm w/RVO

90-Millimeter-f/13-Maksutow-Cassegrain; LED-Peilsucher; 25-Millimeter- (50×) und Vier-Millimeter-Okular (312×); Dreifach-Barlowlinse; 20 000 gespeicherte Objekte; 675 €

BUSHNELL

NorthStar 675 × 4.5 w/RVO

114-Millimeter-f/8-Newton; LED-Peilsucher; Zwanzig-Millimeter- (45×) und Vier-Millimeter-Okular (225×); Dreifach-Barlowlinse; 20 000 gespeicherte Objekte; 579 €

FOTOS DIESER SEITE: NIGHT SKY, C.M. UTTER

> tostars besteht in der Möglichkeit, neue Touren und Software-Updates aus dem Internet herunterzuladen. Für viele Himmelsobjekte enthält die Datenbank kurze Beschreibungen, die auf der LCD-Anzeige der Steuerkonsole als Laufschrift angezeigt werden. Damit wird das Gerät sowohl zu einem Astronomielehrer als auch zu einem Reiseführer.

Bushnell

www.bushnell.de; Tel.: 0221 709 93 93

Unter den Anbietern von Go-to-Fernrohren an dritter Stelle liegend, verkauft Bushnell seine Teleskope meist online oder über den Einzelhandel. Die drei Go-to-Teleskope der Firma – Drei- und Viereinhalb-Zoll-Spiegelteleskope für Einsteiger sowie ein Neunzig-Millimeter-Maksutow-Cassegrain – laufen unter dem Namen NorthStar. Jedes verfügt über eine interne Datenbank mit 20 000 Himmelsobjekten und ein einmaliges Austattungsmerkmal namens Real Voice Output, das den Nutzer akustisch durch die Initialisierungsprozedur führt. Außerdem gibt es zu vielen Objekten, die Sie sich ansehen, einen kurzen Kommentar ab. Erfahrene Internetsurfer finden sehr günstige Angebote für die beiden Spiegelteleskope zwischen 400 und 600 Euro. Das Maksutow-Cassegrain gibt es für etwa 650 Euro.

Orion Telescopes & Binoculars

www.imaginova.com; www.osdv.de; www.teleskop-service.de

Technisch gesehen sind Orions neue SkyQuest-XT-IntelliScope-Spiegelteleskope keine Go-to-Systeme, denn sie verfügen über keinen motorisierten Nachführmechanismus. Stattdessen schieben Sie das Fernrohr in eine auf dem LCD angegebene Richtung, während die Anzeige herunterzählt (ein »Push-to«-System). Steht die Anzeige auf null (der Abstand zum Ziel wird in Grad angegeben), haben Sie die korrekte Position erreicht; nun sollte das Objekt im Okular erscheinen.

Davon abgesehen bietet die optionale, 180 Euro teure Steuerkonsole für diese ausgezeichneten Spiegelteleskope alle Vorteile eines Go-to-Teleskops. Wie bei allen Dobson-Teleskopen ohne Motorantrieb müssen Sie das Rohr sanft anschubsen, um dem Objekt während der Drehung des Himmels zu folgen. Das Gute daran ist, dass keine elektrische Energie für die Nachführung benötigt wird. Eine einzige Neun-Volt-Batterie in der Steuerkonsole reicht mehrere Monate lang.

Gegenwärtig besteht die IntelliScope-Produktlinie im deutschsprachigen Raum aus Viereinhalb-, Sechs-, Acht- und Zehn-Zoll-Geräten mit Preisen zwischen 300 und 900 Euro. Im Gegensatz zu den kleineren Teleskopen, deren Öffnung meist zu klein ist, um damit die schwachen Objekte in der Datenbank zu sehen, zeigen die größeren »Dobs« tausende Deep-Sky-Objekte. Jedes SkyQuest-XT von Orion kommt mit einem hochwertigen Sucherfernrohr und zwei Okularen. Damit ist es ohne weiteres Zubehör einsatzbereit. Falls Sie sich später dazu entschließen, die optionale Steuerkonsole zu kaufen, nehmen Sie nur eine für die IntelliScope-Modelle statt einer für die klassischen Dobsons von Orion, denn nur die IntelliScopes verfügen über die notwendige Elektronik für den Computer. <<

Liebe Kinder, liebe Eltern,

von dieser Ausgabe an beantworten euch **Lunic und Sonja** Fragen rund um Astronomie und Raumfahrt. Viel Spaß dabei!

Woher kommt der Mann im Mond?

Wenn Menschen sich früher den Mond angeschaut haben, glaubten sie, in den hellen und dunklen Flächen dort oben lustige Figuren zu sehen. In China stellten sie sich einen Hasen mit nach hinten geklappten Ohren vor, im westafrikanischen Gambia ein Krokodil mit offenem Maul und in Südafrika eine Frau, die Brennholz auf dem Rücken trägt. Die Europäer sahen in den Flächen einen Mann mit Sack und Hut, der gerade zur Arbeit eilt. Und wenn wir an jemanden mit einem runden, etwas dicklichen Gesicht denken, sprechen wir auch von einem »Mondgesicht«. Hast du schon mal in den Vollmond geschaut?

Der Hase (China) und das Krokodil (Gambia) im Mond

Die Frau (Südafrika) und das Gesicht im Mond

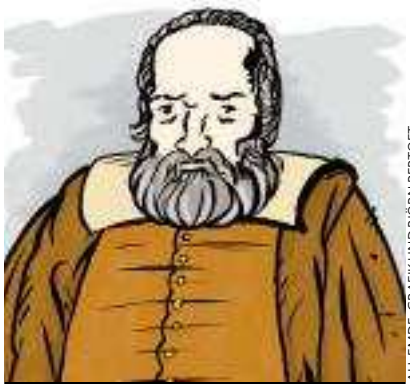
BILDER DIESER SEITE: AH, EMDE-GRAFIK; MOND: NASA

Obwohl die dunklen Stellen auf dem Mond gut sichtbar sind, kamen die Menschen lange nicht auf die Idee, genaue Karten von ihnen zu zeichnen. Darstellungen vom Vollmond oder seiner Sichel haben die Archäologen auf vielen alten Schrifttafeln und in Tempeln gefunden. Von den dunklen Flächen des Monds fehlt darauf aber jede Spur. Wahrscheinlich fanden es die Leute früher interessanter, Geschichten über den Hasen, das Krokodil, die Frau und den Mann im Mond zu erzählen und Lieder über sie zu singen, statt genaue Karten zu zeichnen. Die erste komplette Skizze, die wir kennen, stammt von dem berühmten italienischen Erfinder und Maler Leonardo da Vinci. Er malte im Jahr 1500 den verdunkelten Mond und seine helle Sichel.

AH, EMDE-GRAFIK UND BJÖRN PERTOFT

Leonardo da Vinci (1452–1519)

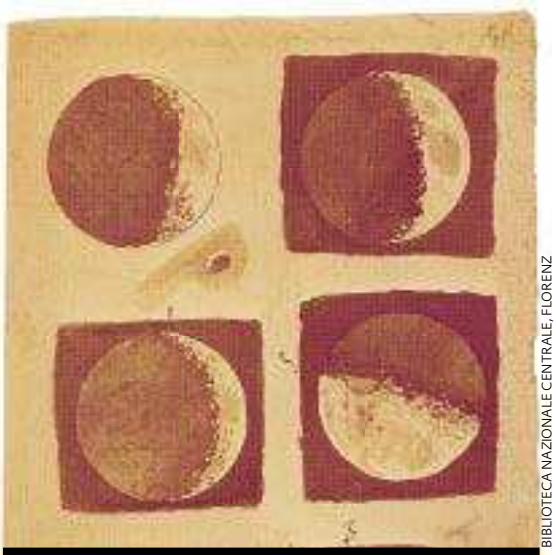
Hundert Jahre später bekam der italienische Astronom und Mathematiker Galileo Galilei erstmals die Mondlandschaft zu Gesicht: Als er im Jahr 1609 mit seinem selbst gebauten Fernrohr zum Mond emporschaute, entdeckte er dort Krater, Hochländer und dunkle Ebenen, die wie Meere aussahen. Galilei war begeistert! Leider glaubten viele Menschen lange Zeit nicht an seine Entdeckungen. Sie weigerten sich sogar beharrlich, durch sein Fernrohr zu schauen.



AH, EMDE-GRAFIK UND BJÖRN PERTOFT

Galileo Galilei (1564–1642)

Einige Jahre nach Galileis Entdeckungen zeichnete ein anderer italienischer Astronom, Giovanni Battista Riccioli, eine Karte des Monds. Auf dieser gab er den größten »Meeren« Namen, die mit Wetterlagen zu tun haben. Sie heißen »Regenmeer«, »Wolkenmeer« und »Ozean der Stürme«, oder auch »Meer der Ruhe« und »Meer der Heiterkeit«. Riccioli glaubte, dass der Mond das Wetter auf der Erde direkt beeinflusse. Je nach Sichtbarkeit der Mondmeere würden dann, so seine Vorstellung, auf der Erde gutes Wetter oder sogar heftige Stürme ausgelöst. Heute wissen wir, dass der Mond ein faszinierender, aber trockener Himmelskörper ist, dessen Meere mit unserem Wetter nichts zu tun haben. Was die Astronomen früher für Meere hielten, sind in Wirklichkeit staubbedeckte Ebenen, die zufällig lustige Figuren bilden – so wie den Hasen, das Krokodil oder den Mann im Mond. Trotzdem nennen wir sie heute noch immer Meere oder lateinisch »Maria«, mit der Betonung auf dem ersten a. >



BIBLIOTECA NAZIONALE CENTRALE, FLORENZ

Die Mondlandschaften von Galileo Galilei

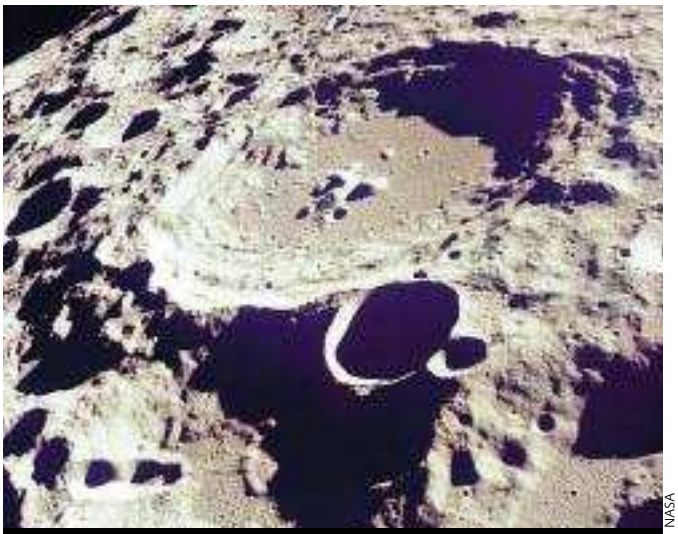
MOND: ECKHARD SLAWIK; LUNIC: AH, EMDE-GRAFIK

Kannst du sehen, aus welchen Meeren der Mann im Mond besteht? Hast du das »Meer der Ruhe« gefunden? Dort sind im Juli 1969 die ersten Astronauten gelandet!

› **Zwischen den Maria** kannst du mit einem Fernrohr zahlreiche Krater auf dem Mond erkennen. Deren Ränder bilden mächtige Wände. Viele sind bis zu 4000 Meter, manche sogar 12 000 Meter hoch. Das ist höher als der höchste Berg der Erde, der Mount Everest! Gruppen dieser Krater bilden ganze Gebirge. In der Mitte einiger Krater liegen Zentralberge, andere sind von langen Strahlen umgeben.

Auch für viele Krater dachte sich Riccioli Namen aus. Er griff dabei hauptsächlich auf bekannte Wissenschaftler zurück, etwa den polnischen Astronomen Kopernikus oder den griechischen Mathematiker Pythagoras. Für sich selbst reservierte Riccioli einen eher unauffälligen Krater am Mondrand. Auch für Galileo Galilei wählte er nur einen sehr kleinen Krater aus. Vermutlich deshalb, weil Galilei auf Grund seiner Entdeckungen das Misstrauen der Kirche erregt hatte. Viele der Bezeichnungen von Riccioli werden noch heute benutzt und auch sein System der Namensgebung haben spätere Mondforscher fortgeführt.

Mit einem Fernglas kannst du am besten nachschauen, wo sich die verschiedenen Meere auf dem Mond befinden. Bei Vollmond siehst du alle gleichzeitig. Um Berge und Täler zu beobachten, solltest du den Vollmond jedoch meiden, denn das Licht der Sonne, das vom Mond reflektiert wird, lässt die Schatten verschwinden. Am besten ist der Mond in seinem ersten



NASA

Ein Krater mit Zentralbergen auf der Mondrückseite

Viertel zu beobachten, wenn er gerade zunimmt. Er steht dann früh am Abend am Westhimmel.

Wie entstanden Krater und Meere?
Unser Mond ist etwa vier Milliarden Jahre alt. Damals flogen noch zahllose große und kleine Gesteinsbrocken – so genannte Meteore – durch das All. Tausende davon trafen auf die noch junge, zerbrechliche Mondoberfläche und schlugen dort große, tiefe Krater. Die hellen Strahlen, die von einigen von ihnen ausgehen, bestehen aus Schutt und Staub, der beim Aufprall der Meteore, die dann Meteoriten heißen, herausgeschleudert wurde.

Ihre helle Farbe zeigt, dass sie relativ jung sind (»nur« einige Millionen Jahre!). Sonst würde sie der dunklere kosmische Staub schon wieder bedeckt haben. Einige der Meteoriten durchschlugen sogar die Mondkruste, sodass Lava aus dem Innern auf die Oberfläche floss und ganze Gebiete überflutete. So sind also die Meere auf dem Mond und damit auch die Geschichte vom »Mann im Mond« entstanden. ‹‹

Cecilia Scorza de Appl ist Astronomin und leitet die Astronomieschule für Kinder und Lehrer an der Landessternwarte, Zentrum für Astronomie der Universität Heidelberg.

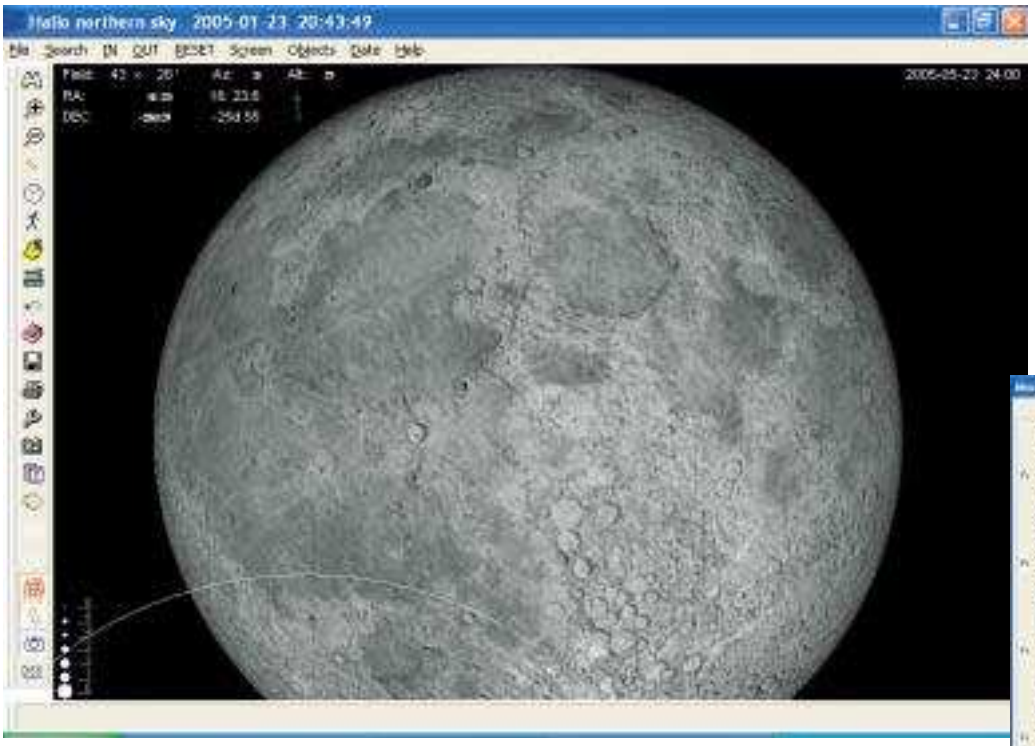
Das Mondlabor

Mit deiner eigenen Mondlandschaft kannst du die Entstehung und Form von Kratern untersuchen. Dazu brauchst du nur eine große Schachtel, Mehl und (billigen!) Kakao. Das Mehl verteilst du gleichmäßig in der Schachtel, damit eine dicke Schicht entsteht. Darüber streust du mit einem Sieb das Kakaopulver. Nun brauchst du Steine verschiedener Größe und Form. Die wirfst du mit unterschiedlicher Geschwindigkeit aus verschiedenen Winkeln in die Schachtel.

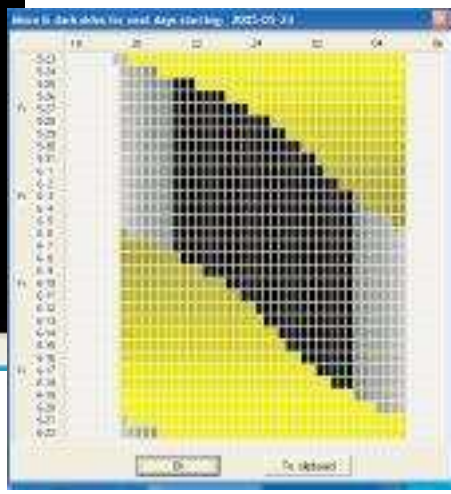
Dann schreibst du in ein Notizheft, welche Steine die größten Krater schlagen, die Form der Krater, ob sie einen Berg in der Mitte haben und ob drumherum feine Strahlen entstanden sind. So bekommst du ein gutes Gefühl dafür, wie sich die Krater auf dem Mond gebildet haben!

CECILIA SCORZA DE APPL

So sehen »Mondkrater« aus Mehl und Kakaopulver aus.



Abstecher zum Mond
Ein Bild des Monds gehört zum Basisprogramm, höhere Auflösungen können Sie herunterladen. Der Bogen unten links markiert den Rand des Kugelsternhaufens M4 zum eingegebenen Zeitpunkt.



Dunkel genug? Die Grafik zeigt die Dämmerungsphasen in Grau und das Mondlicht in Gelb an.

Hallo Nordhimmel!

Das kostenlose Sternkartenprogramm HNSky ist ein Multitalent mit vielen Erweiterungsmöglichkeiten. **>> Joe Heafner**

Dieser Software kam die außerordentliche Ehre zu, als erstes Astronomieprogramm auf meinem neuen Rechner mit Windows XP Home installiert zu werden. Die Freeware stammt von dem in Deutschland lebenden Niederländer Han Kleijn und ihr Name HNSky steht für »Hallo northern sky«, Hallo Nordhimmel.

Auf der Webseite stehen neben dem Hauptprogramm eine Reihe Erweiterungen bereit, darunter eine Bibliothek mit Deep-Sky-Bildern, eine Mondkarte sowie zahlreiche Sternkataloge. Das Programm selbst enthält nur Sterne bis 8. Größe. Bilder gibt es als Dateien im Format Fits (AH 10/2005, S. 74). HNSky kann jedoch auch Real-Sky-CD-ROMs und sogar Fotos des Digital Sky Survey (DSS) einbinden.

Beim ersten Start müssen Sie Ihren Beobachtungsort eingeben. Ich war überrascht, dass HNSky keine Städtenamen verwendet. Der Benutzer muss Länge, Breite und Zeitzone manuell eintippen oder seine Position grob mit der Maus auf der Weltkarte anklicken. Der eingegebene Ort lässt sich nur als Voreinstellung speichern, nicht mit Namen.

Nun erscheint eine übersichtliche Anzeige des Himmels mit Symbolleiste am linken Rand (Screenshot rechts). Einige der Funktionen dort sind offensichtlich, bei anderen erweist sich der Hilfetext als unverzichtbar, der beim Drüberfahren mit der Maus erscheint. Die Leiste deckt alle wichtigen Funktionen ab, darunter Zoom, Objektsuche, Ort, Zeit und die Anzeige des Koordinatengitters.

In der Menüleiste gibt es drei Einträge in Großbuchstaben, die entgegen dem Windowsstandard keine Untermenüs öffnen, sondern direkt Aktionen auslösen. Sie decken die häufig benötigten Funktionen Vergrößern, Verkleinern und Himmelsausschnitt zurücksetzen ab.

Unkonventionelle Navigation

Unerwartet schwierig war es, sich über den Himmel zu bewegen. Die verwendete Methode war mir vollkommen neu. Der Trick besteht darin, den Mauscursor zum Rand des Fensters zu bewegen, bis er sich in einen Pfeil verwandelt. Mit einem Klick bewegt sich dann die Himmelsanzeige in Richtung des Pfeils. Mir gefällt diese Methode, sich über den Himmel zu bewegen, doch anfangs konnte ich die Pfeile schlecht erkennen, weil ich die Maus so viel herumbewegte. Etwas später fiel mir auf, dass auch die Pfeiltasten den Himmel verschieben. Mit gedrückter Maustaste können Sie in der Sternkarte ein Rechteck aufziehen, das beim Loslassen fensterfüllend herangezoomt wird.

Die linke obere Ecke der Anzeige dient als Statusfeld. Sie zeigt die äquatorialen

Technische Informationen

HNSky 2.3
Han Kleijn; E-Mail: han.kleijn@hnsky.org; www.hnsky.org

Systemvoraussetzungen: 100-MHz-Prozessor, Windows 95 oder höher, 16 MB RAM, 8 MB freier Platz auf der Festplatte

Koordinaten an, bei denen sich der Mauszeiger befindet, sowie die Winkelabmessungen des Gesichtsfelds. Wenn Sie die Maus über ein Objekt bewegen, erscheint die Katalognummer des Sterns beziehungsweise der Name des Planeten sowie dessen Helligkeit. Klicken Sie mit der linken Maustaste darauf, zeigt das Programm Äquatorial- und Altazimut-Koordinaten, Name, Magnitude, Winkeldurchmesser, Phase (für den Mond) sowie Auf- und Untergangszeit im Statusfeld an. Ein Rechtsklick zentriert ein Objekt im Fenster und das Scrollrad der Maus vergrößert oder verkleinert den Himmelsausschnitt.

Die Software besitzt zwar einen Nachtsichtmodus, doch da dieser nur das HNSky-Fenster rot färbt, nicht den ganzen Bildschirm, nützt er nicht viel. Mit der Fullscreenansicht umgehen Sie das Problem. Eigenartig sind zudem die Objektbeschriftungen: Sie erscheinen unterstrichen auf dem Bildschirm. Anfangs dachte ich, es handle sich um anklickbare Links zu Webseiten – dem ist nicht so.

Kommen wir noch einmal zurück zur Sterndatenbank. Ich habe eine Weile gebraucht, bis ich heraus hatte, wie man die Einträge anzeigt. Die Funktion versteckt sich unter dem Menüpunkt »Objekte«, der wie die Zoomfunktionen kein echtes Menü ist, sondern ein Fenster öffnet. Hier haben Sie die Wahl zwischen den verschiedenen Sternkatalogen und können die Dicke der Sternpunkte sowie die Grenzgröße der angezeigten Sterne, Deep-Sky- und Sonnensystemobjekte aus den Katalogen einstellen.

Unter den vielen tausend Datenbankeinträgen sein Ziel zu finden, ist mit der Suchfunktion kein Problem. Das gefundene Objekt wird sogleich in der Anzeige zentriert. Auch in das Hilfe-Menü sollten Sie einen Blick werfen. Abgesehen von der windowstypischen Hilfe gibt es hier weiter gehende astronomische Informationen. Zwei farbige Diagramme (Bild links oben) geben die Sichtbarkeiten der Planeten sowie die Zeiten für Dämmerung und Dunkelheit an. Beide Grafiken können Sie in die Zwischenablage kopieren und mit anderen Programmen weiterbenutzen.

Viele Sterngucker wollen ihre Beobachtungen protokollieren. Mit HNSky geht das, aber recht umständlich. Um in einem Beobachtungslogbuch einen neuen Eintrag zu erzeugen, platzieren Sie den Cursor über dem gewünschten Zielobjekt und drücken Sie die Zeilenanfangstaste »Pos1«. Er wird dann der passenden »Zusatzdaten«-Datei hinzugefügt und man kann seine Kommentare eintragen und speichern. Zum Glück werden diese Zusatzdaten im ASCII-Format abgelegt und können innerhalb HNSky bearbeitet werden. Dennoch finde ich diese Art von Logbuch zu unhandlich, um von praktischem Nutzen zu sein.

Gut für fortgeschrittene Anfänger

Drei weitere Kleinigkeiten sind mir negativ aufgefallen, zwei davon ließen sich beheben. Für herangezoomte Deep-Sky-Ziele können Sie in HNSky anstelle der üblichen Kartensymbole Fotos einfügen. Das funktioniert zwar, bremst aber die Bildschirmdarstellung aus. Und die Bildränder stechen derart hervor, dass der Himmel wie ein Flickenteppich aussieht. Im Datumsmenü gibt es die Option, den simulierten Himmel in Echtzeit zu aktualisieren. Allerdings ging die Anzeige gegenüber der Systemuhr meist um mehr als eine Minute nach, gelegentlich sogar bis zu drei oder vier Minuten. Dieses Problem löste ich, indem ich das Update-Intervall auf das Minimum von einer Minute herabsetzte.

Ein Klick auf den DSS-Knopf am linken Bildschirmrand schließlich ruft eine Webseite auf, die ein Foto des Himmelsausschnitts aus dem Digitized Sky Survey anzeigt. Zuerst bekam ich eine Fehlermeldung, in der eine falsche Bildgröße beanstandet wurde. Es stellte sich heraus, dass man den Bildschirm auf ein Feld von weniger als 120 Bogenminuten zoomen muss, damit DSS-Bilder heruntergeladen werden können. Wie die mitgelieferten Fits-Bilder werden auch die DSS-Bilder in einer Palette aus Rottönen angezeigt. Der Benutzer kann das – wie auch andere Programmfarben – unter »Einstellungen/Farben« anpassen.

HNSky bietet zweifelsohne Raum für Verbesserungen – dem kommt der Autor aber regelmäßig nach, wie ein Blick auf die Updateliste der Webseite beweist. Daher ist das Programm ein guter Ausgangspunkt für fortgeschrittene Anfänger, die etwas mehr als eine digitale Sternkarte benötigen, aber vor gigabyteschweren kommerziellen Programmen zurückschrecken. Zusätzliche Datenbanken lassen sich ganz einfach einbinden, und der Preis ist schlicht unschlagbar. HNSky hat mich mit einem herzlichen »Willkommen zurück« in der Windowswelt begrüßt. <<

Unsere Bewertung

Was uns gut gefiel:
> Einbindung externer Datenbanken sehr einfach
> liest diese gleich von CD-ROM ein
> mit Hilfe der Maus lassen sich Objekte leicht identifizieren

Was uns nicht gefiel:
> unpraktische Protokollfunktion
> unvollständiger Nachtsichtmodus

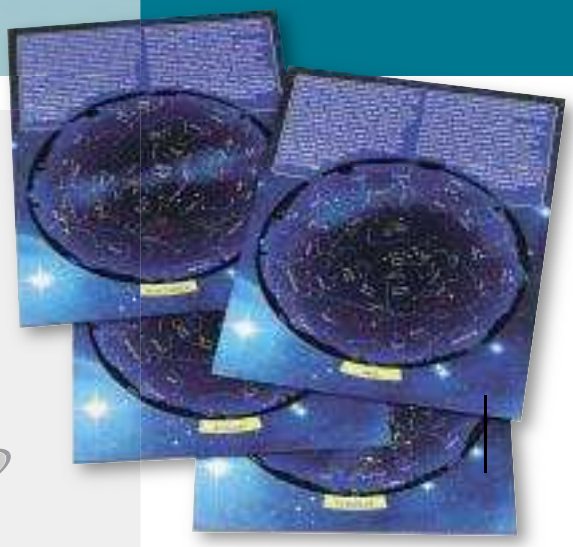
Sein iMac und seine zwei iBooks nehmen es **Joe Heafner** ganz klar übel, dass er einen neuen Windows-PC ins Haus gebracht hat.

Alles in Reichweite Die wichtigsten Funktionen sind direkt per Klick an der seitlichen und oberen Funktionsleiste zu erreichen.

Alexander Kerste

Das Kosmos Sternkarten-Set
Mit 12 Sternkarten den Nachthimmel entdecken

Kosmos Verlag, Stuttgart 2005
12 Sternkarten im Schuber
ISBN 3-440-10503-2
12,95 €



Lambert Spix

Sky Scout
Sterne und Sternbilder einfach finden

Oculum-Verlag, Erlangen 2005
15 laminierte Blätter mit Spiralbindung
ISBN 3-938469-04-8
9,90 €

Eintrittskarten für den Sternhimmel

Gleich zwei neue Kartenwerke werden Einsteigern zurzeit ans Herz gelegt. Beim »Sternkarten-Set« aus dem Kosmos Verlag handelt es sich um zwölf Tafeln im A4-Format. Die Kassette, in der die Sterntafeln stecken, hat vorne einen kreisrunden Ausschnitt, der den Blick auf die runden Übersichtskarten für jeden Monat – ähnlich wie die in der Heftmitte jeder Ausgabe von ASTRONOMIE HEUTE – freigibt.

Allerdings fehlt die notwendige Zeitangabe, zu der der dargestellte Ausschnitt auch in natura so zu sehen ist. Das Kleingedruckte der Kassette gibt nur unpräzise Auskunft: »abends«. Eine Prüfung mit Hilfe einer drehbaren Sternkarte oder Planetariumssoftware ergibt aber zu Monatsbeginn eher Uhrzeiten um Mitternacht. Da sich die Karten nur um jeweils zwei Stunden Rektaszension unterscheiden, ergibt sich eine merkliche Redundanz bei aufeinander folgenden Monaten.

Die Rückseiten der Tafeln zeigen jeweils einen Himmelsausschnitt mit zwölf »Sternbildern des Monats« und erzählen die mythologischen Geschichten, die sich um diese Konstellationen ranken. Darüber hinaus gibt es hier auch noch einige wenige Beobachtungstipps.

Die Kassette hat auf der Rückseite einen ausklappbaren Ständer, mit dem man sie ähnlich wie einen Bilderrahmen auf den Schreibtisch oder ins Regal stellen kann.

Der »Skyscout« aus dem Oculum-Verlag kommt da mit der Hälfte des Platzes aus. 15 Blätter im A5-Querformat bilden einen richtigen kleinen Atlas. Den Hinweisen zum Gebrauch folgen vier Übersichtskarten für die Jahreszeiten, gefolgt von jeweils zwei Sätzen äquatorialer Karten. Die ersten beiden dienen dem Kennenlernen der wichtigsten Orientierungssterne, die beispielsweise für die Initialisierung von Go-to-Teleskopen (siehe dazu auch S. 76) verwendet werden. Die nächsten beiden zeigen Doppelsterne, Veränderliche und Deep-Sky-Objekte. Den größten Teil des Skyscouts nehmen die Ausschnittskarten in Anspruch, sie umfassen rund sechs Stunden in Rektaszension. Die dazugehörende Textseite enthält die wichtigsten Informationen und Beobachtungstipps zu den Sternbildern und Objekten. Letztere sind farblich unterschieden: grün für Feldstecher-, orangefarben für Fernrohrziele. Ein alphabetischer Index auf den letzten Seiten weist dem Leser schnell den Weg zur Karte seiner Wahl.

Im direkten Vergleich macht der Skyscout einen wesentlich praxisorientierteren Eindruck. Er dürfte in fast jede Anoraktasche passen, die Spiralbindung ist robust genug für viele Beobachtungsnächte und die folienbeschichteten Seiten sind sicherlich viel tauresistenter als die Papptafeln des Kosmos-Sets mit ihren unbehandelten Beschnittkanten. Darüber hinaus bedient sich Skyscout-Schöpfer Lambert Spix, den AH-Leser als Autor der »Feldstechertipps« kennen, der in der Astrokartografie gebräuchlichen grafischen Darstellung. Daher bedarf ein späteres Hinzuziehen von anderem Kartenmaterial quasi keiner Umgewöhnung. Einziges Manko ist, dass die elliptischen Symbole für die Galaxien in der Regel nicht deren Ausrichtung am Himmel entsprechen.

Mein Fazit: Das Konzept des Skyscout wirkt insgesamt durchdachter. Es würde mich nicht wundern, wenn selbst etwas erfahrenere Beobachter ihn gerne verwenden und »Jagderfolge« mit Folienschreiber darauf notieren. Die historischen Infos des Kosmos-Sets sind beim Einsatz in der Nacht irrelevant, die Beobachtungstipps zu schnell erschöpft, und welcher Nutzen der zwölf Übersichtskarten in einer Kassette sich für einen Lehnstuhlastronomen ergibt, erschließt sich mir nicht unbedingt.

>> Oliver Dreissigacker

Simon Singh

Big Bang

Der Ursprung des Kosmos und die Erfindung der modernen Naturwissenschaft

540 Seiten, Carl Hanser Verlag, München 2005
ISBN 3-446-20598-5
24,90 €

Der große Knall

Dem britischen Wissenschaftsjournalisten Simon Singh gelang 1998 ein seltenes Kunststück. Mit seinem Buch »Fermats letzter Satz«, das sich mit einem eher abstrakten Thema aus der Mathematik beschäftigt, rutschte er auf Anhieb in die Bestsellerliste. In seinem neuesten Werk nimmt er sich ein nicht minder kompliziertes Thema vor: die Frage nach dem Ursprung des Kosmos.

Im ersten Kapitel beschreibt er die frühe Astronomie und die kopernikanische Wende. Das wirkt allerdings wie eine lustlose Pflichtübung des Autors. Fernab von der Idee des Urknalls behandelt er hier die Kuhn'sche Theorie von der Konkurrenz zweier Paradigmen, die erst durch die seinerzeit völlig neuen Beobachtungen Galileis entschieden wird.

In der Kosmologie des 20. Jahrhunderts wiederholt sich die Geschichte, da auch dort zwei Weltmodelle miteinander konkurrieren. Einerseits die Urknalltheorie von Ralph Alpher, Hans Bethe und George Gamow, andererseits die Steady-State-Theorie mit ihren Erfindern Hermann Bondi, Thomas Gold und Fred Hoyle.

Bei der Beschreibung der konkurrierenden Theorien läuft Singh dann zur gewohnten Hochform auf: Fachlich schwierige Kost wird durch die Lebendigkeit der handelnden Personen verdaulich. Das Ganze würzt er mit witzigen Anekdoten und einer originellen Bildauswahl. Jedes Kapitel ist mit einer Zusammenfassung in Form eines Spickzettels versehen und wiederholt das ganze Buch hindurch geduldig die wichtigsten Gedankengänge, sodass der Leser nie Gefahr läuft, den Faden zu verlieren.

Den Weg von Galileis Beschreibung der beiden dominierenden Weltsysteme bis hin zur modernen Debatte über den Urknall zeichnet der Autor in seinem Buch nach. Auch der Gelehrtenstreit um die Natur der Nebel spielt eine Rolle. Sind diese Himmelsobjekte Teil der Milchstraße und ist diese damit identisch mit dem Universum als Ganzem oder liegen die Nebel außerhalb unserer Weltinsel und ist somit das Universum viel größer? Dem amerikanischen Astronomen Edwin Hubble glückte schließlich die entscheidende Beobachtung. Später lieferte er mit dem Nachweis der Galaxienflucht auch die ersten experimentellen Hinweise für die Urknalltheorie.

Wie zu Zeiten Galileis sind es wieder neue Messungen, welche am Ende die entscheidende Wende in der Pattsituation zwischen der Urknalltheorie und der Steady-State-Theorie bringen: Mit Hilfe des Satelliten Cobe gelingt 1992 der Nachweis von Strukturen in der kosmischen Hintergrundstrahlung.

Dass dies schmerzhaft für manche Beteiligte war, verdeutlicht die Aussage des Kosmologen Dennis Sciama (1926–1999), der sich seinerzeit genötigt sah, die Fronten zu wechseln: »Für mich war der Verlust der Steady-State-Theorie ein Anlass zu großer Trauer. Denn diese ist von einer Eleganz und Schönheit, die der Architekt des Universums aus irgendeinem Grund offenbar übersehen hat. Das Universum ist in Wahrheit ein Pfusch, aber ich schätze, wir müssen das Beste draus machen.«

Doch wie die Kosmologen das Beste aus der Situation machen, zeigt der Epilog. Hier geht Singh auch noch auf die neueren Entwicklungen in der Kosmologie ein.

Fazit: Dieses Buch bietet vor allem eine leicht verständliche und unterhaltsame Geschichte der Kosmologie, bei der aber leider neuere Ergebnisse und Fragestellungen etwas zu kurz kommen.

>> Stefan Taube

Astronomik

Neuheiten !

UHC-E Filter

Diese neue Variante aus der UHC Familie besitzt gegenüber des bekannten Astronomik UHC Filters eine etwas größere Halbwertsbreite und eine etwas geringere Transmission. Das macht ihn in der Herstellung preiswerter und somit auch für einen engen Geldbautel erschwinglich! Trotz der kostengünstigeren Produktion übertrifft das UHC-E Filter in seiner Qualität die meisten Schmalband-Filter anderer Anbieter! Das UHC-E Filter empfiehlt sich besonders als preiswerte Alternative zum Profi UHC Filter für Geräte bis 15 Zentimeter Öffnung. **ab 65.- €**

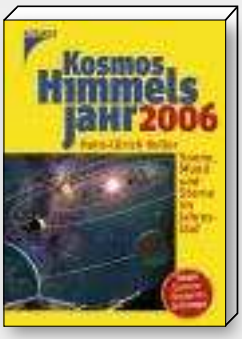
6nm H-alpha Filter

Nach dem weltweiten Bestseller, hat nun auch die H-alpha Familie Nachwuchs bekommen: Das 6 nm H-alpha Filter für die CCD Fotografie! Durch die geringe HWB erreichen Sie auch bei extremer Lichtverschmutzung gute Ergebnisse oder können bei dunklen Himmel die Helligkeit der Sterne im Objektumfeld deutlich senken und die Nebel hervorheben. Wir messen die Transmission jedes einzelnen Filters und können Ihnen Exemplare mit bis zu 95% Transmission anbieten. **ab 149.- €**

Falls Sie unseren Katalog zugesandt bekommen möchten, senden Sie bitte €1.53 in Briefmarken an:

astro-shop
Eiffestr. 426 • 20537 Hamburg
Telefon 040 / 511 43 48 • FAX 040 / 511 45 94
astro@astro-shop.com
www.astro-shop.com

= bedingt empfehlenswert
= empfehlenswert
= sehr empfehlenswert



Hans-Ulrich Keller

Kosmos Himmelsjahr 2006
Sonne, Mond und Sterne im Jahreslauf

Kosmos Verlag, Stuttgart 2005
280 Seiten
ISBN 3-440-10269-6
14,95 €

Thorsten Neckel / Oliver Montenbruck

Ahnerts Astronomisches Jahrbuch 2006
Die wichtigsten Ereignisse im Überblick

Spektrum der Wissenschaft
Heidelberg 2005
196 Seiten
ISBN 3-936278-94-6
9,80 €

Hans Roth

Der Sternenhimmel 2006
Astronomisches Jahrbuch für Sternfreunde

Kosmos Verlag, Stuttgart 2005
352 Seiten
ISBN 3-440-10219-x
24,90 €

Jahrbuch-Vergleich

Alle drei hier besprochenen astronomischen Jahrbücher dienen einem Zweck. Sie liefern dem Sternfreund wichtige astronomische Daten für das Jahr 2006, etwa die Position von Sonne, Mond und Planeten, die Ansicht des Sternhimmels im Jahreslauf sowie die Ankündigung bedeutender Ereignisse am Firmament. Sie sind Standardwerke für engagierte Sterngucker, aber auch wertvolle Hilfe für alle, die über die Vorgänge am Himmel informiert sein wollen und keine besonders sehenswerte Konstellation versäumen möchten. Dabei unterscheiden sich alle drei aber von ihrer Aufmachung her erheblich.

Das »Himmelsjahr« im DIN-A5-Format ist sehr übersichtlich gestaltet und gut strukturiert. Alle Angaben lassen sich in kürzester Zeit finden. Einsteiger können dank der erklärenden Einführungskapitel von der Informationsfülle ebenso profitieren wie ein »alter Hase«, der hier auf fast alle Fragen zum aktuellen Himmelsgeschehen eine Antwort erhält. Zahlenkolonnen und Tabellen tauchen erst im Anhang auf, sodass die Monatsübersichten überwiegend aus Texten bestehen, die man unbeschwert lesen und studieren kann. Wichtige Himmelsereignisse werden im »Monatsthema« auf mehreren Seiten ausführlich besprochen. Also volle Punktzahl für das Himmelsjahr.

»Ahnerts Astronomisches Jahrbuch« schafft den Spagat zwischen ergiebiger Datenquelle einerseits und ansprechendem, kurzweiligem Aufbau andererseits. Nahezu jede Doppelseite wird mit beeindruckenden Astrofotos aufgelockert, die meist von Amateuren stammen. Die Aufnahmedaten der Bilder können Astrofotografen wertvolle Anregungen liefern. Dank der vielen Fotos ist es auch nicht tragisch, dass nur manche Tabellen im Anhang untergebracht sind, andere jedoch in den Monatsübersichten auftauchen. Das harmonische Nebeneinander von »schön« und »nützlich« wird durch das DIN-A4-Format erst möglich, das aber eher dem Erscheinungsbild einer Zeitschrift als dem eines Jahrbuchs ähnelt. Also zwei Punkte für den Ahnert.

»Der Sternenhimmel 2006« stellt die Informationen in den Mittelpunkt und verzichtet dabei auf jegliches schmückende Beiwerk. Im handlichen DIN-A5-Format gelingt es, für jeden einzelnen Tag des Jahres stichwortartig zusammenzufassen, was sich gerade am Himmel abspielt. Gekennzeichnet sind beispielsweise die Abende, an denen kein Mondlicht die Beobachtung stört. Karten, Grafiken und Fotos sind ausnahmslos schwarzweiß, was oft durchaus seinen Zweck erfüllt, teilweise aber auch einer schnellen Interpretation im Weg steht. Im Anschluss an den täglichen Astrokalender folgt die Jahresübersicht, die auch Kleinplaneten, veränderliche Sterne, Kometen und Meteorströme berücksichtigt. Drei »Themen des Jahres« runden die Übersicht ab.

Zusammenfassung: Je nach persönlicher Interessenlage und individuellem Geschmack ist also das eine oder andere Jahrbuch für Sie genau das richtige. Ich persönlich würde nur ungern auf das Himmelsjahr aus dem Kosmos Verlag verzichten, da es die meisten meiner Anforderungen an ein Jahrbuch erfüllt. Am »Ahnert« inspirieren mich als Astrofotograf vor allem die vielen Fotos. Der »Sternenhimmel« schließlich liefert am schnellsten eine Antwort auf die Frage, was an einem ganz bestimmten Tag am Himmelszelt abläuft. Drei Jahrbücher – für jeden Geschmack eines. Die Qual der Wahl haben Sie! Aber natürlich können Sie zwei oder sogar alle drei Jahrbücher in Kombination nebeneinander verwenden.

>> Stefan Seip

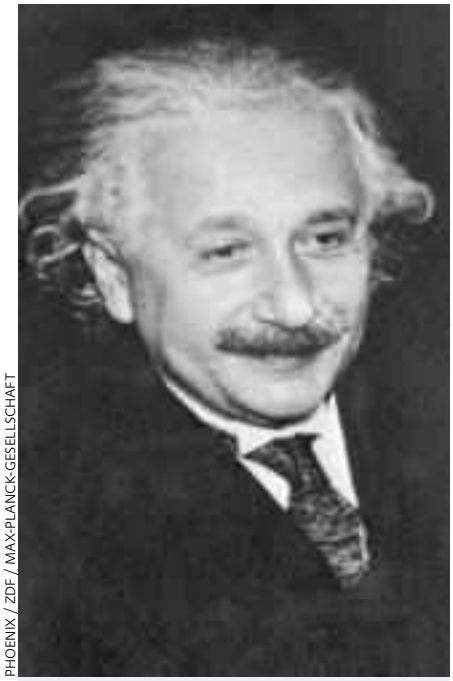
Alle rezensierten Bücher können Sie bei wissenschaft-online.de bestellen

Internet: www.science-shop.de
per E-Mail: shop@wissenschaft-online.de
telefonisch: 06221 9126-841
per Fax: 06221 9126-869

TIPPS

TV-PROGRAMM

Samstag, 17. Dezember



PHOENIX / ZDF / MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

Die lange Einstein-Nacht
Am Ende des Einsteinjahrs 2005 würdigt das RBB-Fernsehen den Vordenker noch einmal mit einer ganzen Themennacht:
1.05 Uhr: »Einsteins Frau«
Dokumentation über die große Liebe des Physikers zu der Wissenschaftlerin Mileva Maric
2.00 Uhr: »Albert Einstein Superstar«
Wie der Forscher ein Popstar der Wissenschaft werden konnte
2.45 Uhr: »Das Geheimnis der Zeit«
Eine deutsche Dokumentation zu Einsteins Relativitätstheorie

Sonntag, 18. Dezember

Die hellsten Objekte im Kosmos
Das Drama der Supernova-Explosionen
Wie entstehen Galaxienhaufen aus über tausend Milchstraßen? Worauf beruhen die gewaltigen Lichtblitze, die beim Einsturz Weißer Zwerge und bei der Explosion von Neutronensternen zu sehen sind? Was geschieht, wenn zwei Galaxien kollidieren? Woraus besteht, was Astrophysiker Dunkle Materie nennen? Hubble hat viele Strukturen im Kosmos erst sichtbar gemacht – Wissenschaftler der Max-Planck-Gesellschaft erklären, wie sie entstanden sein könnten
XXP, 21.55 Uhr

Dienstag, 20. Dezember

Quarks & Co: »Sternengeflüster«
2003 fotografierten zwei US-Astronomen einen unbekannten Himmelskörper, das – größer und weiter entfernt als der bislang äußerste Planet Pluto – um die Sonne kreist. Nach der Auswertung der Fotos ernannten sie es zum zehnten Planeten unseres Sonnensystems. Doch die Internationale Astronomische Union verweigert Objekt 2003 UB_{313} bisher den Planetenstatus. Quarks & Co reist durch die Astronomiegeschichte – von den Babyloniern, die schon 500 v. Chr. den Sternen einen Namen gaben, bis zu heutigen Wissenschaftlern, die mit modernen Teleskopen nach unbekannten Planeten suchen
WDR, 21.00 Uhr

Sonntag, 25. Dezember

Star Wars – Ein Blick in die Zukunft
Vor rund dreißig Jahren kam die erste Episode von »Krieg der Sterne« ins Kino und schrieb Filmgeschichte. Einige der Science-fiction-Ideen aus den ersten Teilen der Saga sind mittlerweile Realität geworden
Discovery Channel, 21.10 Uhr,
Wdh. am 26.12. um 5.35 Uhr

Montag, 26. Dezember

Das Hubble-Teleskop (Teil 1)
Seit April 1990 hat Hubble rund 80 000-mal die Erde umrundet und dabei etwa eine halbe Million Aufnahmen gemacht. Herausgekommen ist ein Fotoalbum, in dem nicht nur Astrophysiker gerne blättern: Es zeigt »Babyfotos« von Sternen und die letzten Bilder von Himmelskörpern kurz vor ihrem Tod
N24, 11.10 Uhr
Wdh. am 27.12. um 7.10 Uhr

Dienstag, 27. Dezember

Mondsüchtig – Verschwörung um die Apollo-Mission
Am 20. Juli 1969 setzte Neil Armstrong als erster Mensch einen Fuß auf den Mond und salutiert vor den Stars and Stripes. Sein Zeuge war Edwin »Buzz« Aldrin, der zweite Mann auf dem Mond. Die Weltöffentlichkeit verfolgte das Geschehen live an Millionen Bildschirmen. Doch seit der Ausstrahlung hegen etliche Menschen Zweifel an der Echtheit der Bilder. Manche glauben, dass die Nasa zwar auf dem Mond war, aber die Fernsehbilder keinen Aufschluss über die eigentliche Mission lieferten. Andere sehen in den sechs Apollo-Flügen sogar ein geschickt inszeniertes Hollywood-Spektakel
PHOENIX, 20.15 Uhr

Donnerstag, 29. Dezember

TimeSlot-Magazine
Eines der Themen: Eine Besiedlung des Mars wird heute bereits in Erwägung gezogen. Wie weit ist die Wissenschaft tatsächlich?
Discovery Channel, 9.15 Uhr

Freitag, 30. Dezember

Militärtechnik im Alltagstest
»Der Krieg ist der Vater aller Dinge«, behauptete vor 2500 Jahren der griechische Philosoph Heraklit. Am ehesten gilt dieser Satz für den technischen Fortschritt – und damit auch für die Raumfahrt. Diese Dokumentation zeigt, dass viele zivile Techniken zur Erforschung des Weltalls »Abfallprodukte« militärischer Forschung und Entwicklung sind. Gleiches gilt für Produkte, die uns heute im Alltag begleiten
N24, 11.05 Uhr, Wdh. um 2.10 Uhr

Samstag, 31. Dezember

Alpha-Campus
Collegium alexandrinum
Wer hat seinerzeit wirklich entdeckt, dass die Erde rund ist?
Bayern alpha, 12.45 Uhr

Montag, 2. Januar

Alpha-Intermezzo: Die Physik Albert Einsteins – Der Photoeffekt
Annäherungen an den berühmten Physiker mit Harald Lesch
Bayern alpha, 22.45 Uhr,
Wdh. am 3.1. um 9.30 Uhr

Auswahl aus dem Fernsehangebot zu Themen aus Astronomie und Raumfahrt der kommenden Wochen. Kurzfristige Programmänderungen sind möglich.

Donnerstag, 5. Januar

Alpha-Lingua
Great Moments in Science and Technology
Eine Sendung in englischer Sprache über die Erdanziehungkraft und den Astronom und Mathematiker Carl Friedrich Gauß
Bayern alpha, 13.45 Uhr

Freitag, 6. Januar

Unterwegs in Thüringen:
In der optischen Schatzkammer
Besuche in der berühmten Linsenschleiferei von Jena und im »K. E. Ziolkowski«-Planetarium der Schul- und Volkssternwarte der Stadt Suhl
MDR, 13.30 Uhr

EVENTS

Weihnachten 2005:
An den Feiertagen bietet das Großplanetarium Berlin ein Kinderprogramm: 25.12., 14 Uhr: »Der Kleine Sternentraum« und 16 Uhr: »Phantastisches Weltall«. 26.12., 14 Uhr: »Sterne, Nebel, Feuerräder« und 16 Uhr: »Die Große Tour durch die Welt der Planeten«. Info: Zeiss-Großplanetarium, Prenzlauer Allee 80, D-10405 Berlin, Tel.: 030 42184512, Internet: www.astw.de

27.12.–4.1.: Noch gibt es freie Plätze für die Neujahrsreise ins südmarokkanische Camp Desertview. Dank dem dunklen Wüstenhimmel lassen sich Sterne hier besonders gut beobachten. Neben astronomischen Highlights gibt es Sahara-Ausflüge und eine Silvester-Star-Party. Unterkunft im Hotel, Nomadenzelt oder eigenen Zelt. Info: Michael Gutzeit, Starenweg 11, D-71394 Kernen, E-Mail: gutzeit@saharasky.com, Internet: www.camp-desertview.org

MICHAEL GUTZEIT

Mit zwei Seminaren und einem Workshop startet die Wiener Arbeitsgemeinschaft für Astronomie (WAA) ihr Programm 2006:
22.1. »Besser beobachten – der erste Kontakt«, ab 13 Uhr
5.2.: »Wissenschaft selbst erleben – Sterne, Sonnen im All«, ab 14 Uhr
25.2.: Praxisworkshop »Sterne, Sonnen im All«, ab 14 Uhr. Ort: Hotel Sofienalpe, Wien 14. Info und Anmeldung: WAA, Tel.: +43 664 256 1221, Internet: www.waa.at

18.2.: 6. Astronomie-Treff Hückelhoven (ATH) von 10 bis 18 Uhr im gleichnamigen Gymnasium. Astronomiemesse mit Vorträgen von Amateurastronomen. Info: Robert Lebek, Tel.: 02452 976144, E-Mail: astroag@freenet.de, Internet: www.geocities.com/ath_astro_hueckelhoven

24.–26.2.: Das Frühjahrsseminar des Arbeitskreises Meteore (AKM) findet im Bildungshaus Reimlingen im Nördlinger Ries statt, dem rund 22 mal 24 Kilometer großen Meteoritenkrater zwischen Schwäbischer und Fränkischer Alb. Diesmal wird es um Meteore, Halos, Polarlichter und leuchtende Nachtwolken gehen. Info: Ina Rendtel, Mehlbeerenweg 5, D-14469 Potsdam, E-Mail: ina.rendtel@meteoros.de, Internet: www.meteoros.de/akm/seminar06.html

Deutsches Museum 2006
In der Ostkuppel der Sternwarte des Deutschen Museums in München finden wöchentlich Führungen statt. Dienstags und freitags ab 21 Uhr erklären Experten den fast hundert Jahre alten Cassegrain-Reflektor und den Sternhimmel.
Bei schlechtem Wetter kann die Führung ausfallen, eine Telefonansage dazu gibt es unter Tel.: 089 2179296. Zudem beherbergt das Deutsche Museum eine große Dauerausstellung rund um Astronomie und Raumfahrt.
Info: Deutsches Museum, Museumsinsel 1, D-80538 München, Tel.: 089 2179-1, Internet: www.deutsches-museum.de

Auch Ihre Termine können hier kostenlos stehen! Für die März-Ausgabe schicken Sie bis zum 15. Januar 2005 eine E-Mail an: redaktion@astronomie-heute.de

1. Internationale Astronomie-Messe

- **Große Teleskop- und Verkaufsausstellung**
- **Rahmenprogramm**
  z.B. 100 qm große Ausstellung “Ernst Abbe – Wissenschaftler, Unternehmer und Sozialreformer”
- **Forum mit Bewirtung**
  als Marktplatz für Gespräche und Erfahrungsaustausch
- **Wo?**
  78054 VS-Schwenningen, Messegelände
  – 6000 kostenlose Parkplätze
  – 10 Gehminuten vom Bahnhof
- **Wann?**
  16. September 2006

www.astro-messe.de
info@astro-messe.de

KLEINANZEIGEN

Besuchen Sie die Astro-Messe AME 2006: www.astro-messe.de

Verkaufe zugunsten der Kindernothilfe Foto-CD mit über 600 eigenen Astrofotos für 12 Euro sowie auf VHB gute Original-Dias (MoFi, Mondkrater, Jupitermonde usw.). Fotos und E-Mail siehe www.martin-wagner.org

Neuwertiger 333-Millimeter-Newton Spiegelteleskop, f = 1497 Millimeter, auf C14-Montierung incl. Feinsteuerung, mit diversem Zubehör zum Verhandlungspreis. Tel. 03302 200971

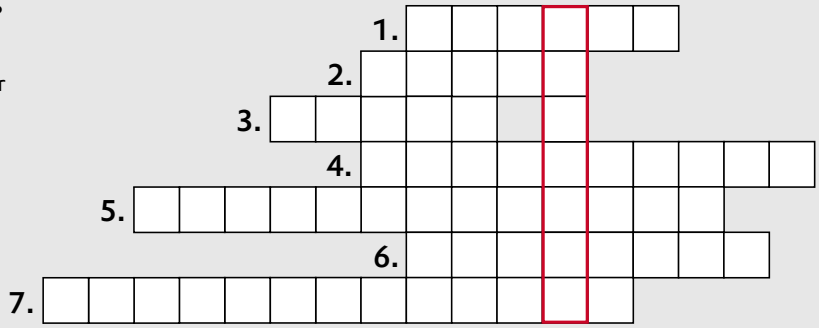
Fujinon 7×50 FMT-SX 2 (Neues Modell) Lichtstarkes astronomisches Spitzen-Fernglas mit 7,5 Grad tatsächlichem Gesichtsfeld, sehr guter Randschärfe und Entspiegelung. Mehrschichtvergütung, 95% Transmission. Zu verkaufen, neuwertig, VB 465 Euro. Tel. 0179 8355942, E-Mail: observatorium@online.de

Discovery Dobson 12,5-Zoll-PDHQ, handselektierter Spiegel, dadurch Spitzenoptik, teilbarer Tubus, Feathertouch OAZ (!), verst. Rockerbox, 5 Lüfter, gute Balance und Nachführbarkeit. 1 Jahr alt. NP ges. zirka EUR 3000,–; VB: EUR 1985,–; Tel: 07146 288010, E-Mail: rolf.geissinger@gmx.de

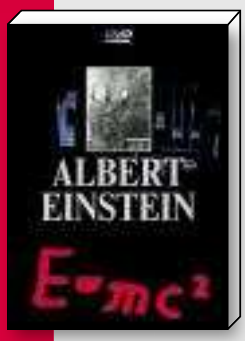
PREISRÄTSEL

Gewinnen Sie mit ASTRONOMIE HEUTE!

1. Wie lautet der geläufigere Name des Regengestirns?
2. Die Grassteppe im südöstlichen Südamerika
3. Amerikanische Trägerrakete, wird für den Start einer interplanetaren Raumsonde verwendet
4. Westlichster Eckstern des Winterdreiecks
5. Details auf Bildern der Sonne, die mit H-alpha-Filter aufgenommen werden
6. Italienischer Astronom, der die erste Mondkarte erstellte
7. Überbegriff für eine Art kosmologischer Modelle, die das Phänomen der Inflation beschreibt



Bitte schicken Sie das rot umrandete Lösungswort per E-Mail an preisraetsel@astronomie-heute.de oder auf einer Postkarte an Spektrum der Wissenschaft, Stichwort ASTRONOMIE HEUTE 1-2/2006, Postfach 10 48 40, D-69038 Heidelberg. Einsendeschluss ist der 30.1. 2006. Bei mehreren richtigen Lösungen entscheidet das Los. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Auflösung und Gewinner stehen in der April-Ausgabe, im Handel ab Donnerstag, dem 16. März 2006 erhältlich.



1. Preis: »Albert Einstein – E = mc²«, DVD, Stereo, Bildformat 4:3, Laufzeit zirka 90 Minuten, Produktion: WGBH, deutsche Fassung NDR, KM (www.komplett-media.de). Wert: 39,95 €

2. Preis: »Das Weltbild der Astronomie« von Harry Nussbaumer. Die wissenschaftliche Entdeckung des Universums und das Geheimnisvolle des nächtlichen Himmels verbinden sich zur Faszination Astronomie. 192 Seiten, 24 Zentimeter hoch, vdf (www.vdf.ethz.ch). Wert: 39,80 €

3. Preis: Kosmos Himmelsjahr deluxe von Hans-Ulrich Keller. Das populäre Jahrbuch mit 280 Seiten plus CD-ROM für Microsoft Windows 98 mit Animationen, Datenbanken und Berechnungsmöglichkeiten. Kosmos Verlag (www.kosmos.de). Wert: 24,90 €

4. & 5. Preis: »Skyscout – Sterne und Sternbilder einfach finden« von Lambert Spix. Eine praktische Orientierungshilfe für Sternfreunde, komplett mit Himmelsansichten, Aufsuchhilfen, Karten und Beschreibungen. 30 Seiten, 21 Zentimeter hoch, Spiralbindung. Oculum-Verlag (www.oculum.de). Wert: je 9,90 €

Private Kleinanzeigen mit bis zu fünf Zeilen
für Abonnenten von ASTRONOMIE HEUTE kostenlos!

Für Nichtabonnenten gelten folgende Preise für Kleinanzeigen:

Anzahl Zeilen	privat	gewerblich
bis zu drei Zeilen	22,– €	32,– €
jede weitere Zeile	5,– €	5,50 €

ASTRONOMIE HEUTE-Abonnenten können private Kleinanzeigen mit bis zu fünf Zeilen pro Ausgabe kostenlos schalten. Jede weitere Zeile kostet für Abonnenten 5,– €. Geben Sie bitte bei Einsendung von Kleinanzeigen stets Ihre Kundennummer an. Diese entnehmen Sie Ihrer Abonnementrechnung oder dem Adressträgerblatt. Bitte beachten Sie: Ist der verfügbare Platz in einer Ausgabe vergeben, behält sich die Redaktion das Recht vor, später eintreffende Anzeigen in die nächstverfügbare Ausgabe zu verschieben. Eine Zeile enthält durchschnittlich vierzig Zeichen. Alle Preise zuzüglich gesetzlicher Mehrwertsteuer. Die Grundgebühr pro Anzeige ist bereits eingerechnet. Gleichzeitig erhalten Sie einen Eintrag in unserer Online-Kleinanzeigendatenbank für die Verkaufsdauer der jeweiligen Print-Ausgabe.

Bitte senden Sie Ihre Kleinanzeige an: Spektrum der Wissenschaft, Redaktion ASTRONOMIE HEUTE, Slevogtstr. 3–5, D-69126 Heidelberg, Fax: 06221 9126-769, E-Mail: kleinanzeigen@astronomie-heute.de

Der Einsendeschluss ist sechs Wochen vor Erscheinen des Hefts.

Auflösung des Preisrätsels im November-Heft:

			D	A	R	K	F	R	A	M	E
			B	A	Y	E	R				
			K	L	I	P	E	R			
						H	U	B	B	L	E
			M	A	G	E	L	L	A	N	
			K	R	E	U	T	Z			
K	Ö	N	I	G	S	L	E	I	T	E	N

LÖSUNGSWORT:
Kepheus: Sternbild in der Nähe des nördlichen Himmelspols

Gewinner des Preisrätsels: 1. Elke Hackland, Duisburg (DVD A. Einstein); 2. Stefan Diemer, Bad Dürkheim (Buch von T. Ferris); 3. Frank Behler, Düsseldorf (Karten für Cybernarium); 4. Michael Probst, Braunschweig (Interaktives Set von R. Kerrod)

Auflösung des vierteiligen Weihnachts-Superrätsels:

			K	E	P	H	E	U	S
			O	R	B	I	T	E	R
	E	X	O	M	A	R	S		
I	T	O	K	A	W	A			

LÖSUNGSWORT:
Koma: Atmosphäre eines Kometen

Gewinner des Preisrätsels: Armin Gajek, Hannover (Acht-Zoll-Reisedobson von Hofheim Instruments)

ASTRONOMIE HEUTE

PRÄMIERTES WISSEN

Gewinnen Sie einen neuen Leser für ein Jahresabonnement von ASTRONOMIE HEUTE – und sichern Sie sich eine attraktive Dankesprämie nach Ihrer Wahl!

128 MB USB 1.1 Stick Silver mit Verlängerungskabel und Trageband (ab Win 98)

Universalgutschein BestChoice über 30 €, einlösbar bei bis zu 100 Anbietern. Umtausch gegen Bargeld ist ausgeschlossen.

Himmelsset für den Hobbyastronomen mit Sternkartenbuch, Sternführer, drehbarer Sternkarte und Rotlicht-Taschenlampe

Jahresabo spektrum**direkt.** Die tägliche Wissenschaftszeitung im Internet mit über 12000 Archivartikeln und vielen Links

Bestellen können Sie unter der Verlagsadresse, per Telefon: 06221 9126-743, per Fax: 06221 9126-751 oder unter:
www.astronomie-heute.de/abo

VORSCHAU

Der beste Atlas der Galaxis

soll von der europäischen Raumsonde Gaia erstellt werden. Ihre drei Teleskope erfassen eine Milliarde Sterne und suchen nach fernen Planeten

ILLUSTRATION: ESA / MEDIALAB

FRED ESPENAK

Wenn es tags Nacht wird

Lesen Sie alles über die totale Sonnenfinsternis am 29. März

In die Sonne geschaut

Was es mit den richtigen Schutzvorkehrungen auf unserem Zentralgestirn alles zu entdecken gibt

STEFAN SEIP

REINER STOSS

Beobachten wie ein Profi

Lust am Jagen? Wie Sie als Amateur bislang unbekannte Objekte am Nachthimmel aufspüren können

IMPRESSUM

Chefredakteur: Dr. habil. Reinhard Breuer (v.i.S.d.P.)
Redaktion: Dr. Oliver Dreissigacker, Stephan Fichtner, Dr. Joachim Schüring
Ständige Mitarbeit: Dr. Frank Schubert
Artdirector/Layout: Karsten Kramarczik
Layout: Marc Grove
Verlagsleiter: Dr. Carsten Könneker
Schlussredaktion: Christina Peiberg (kom. Ltg.), Sigrid Spies, Katharina Werle
Bildredaktion: Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe
Redaktionsassistenz: Eva Kahlmann, Ursula Wessels
Redaktionsanschrift: Postfach 10 48 40, D-69038 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-711, Fax: 06221 9126-729
Verlag: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 10 48 40, D-69038 Heidelberg; Hausanschrift: Slevogtstraße 3–5, D-69126 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-600, Fax: 06221 9126-751, E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de
Mitarbeit in diesem Heft: Jürgen Brück, Corinna Karow, Dagny Lüdemann, Dr. Monika Maintz, Peter Strub, Dr. Sven Titz, Dr. Hans Zekl
Herstellung: Natalie Schäfer, Tel.: 06221 9126-733
Einzelverkauf: Anke Walter (Ltg.), Tel.: 06221 9126-744

Marketing: Annette Baumbusch (Ltg.), Tel.: 06221 9126-741, E-Mail: marketing@spektrum.com
Geschäftsleitung: Markus Bossle, Thomas Bleck
Leser-Service: Tel.: 06221 9126-743, E-Mail: marketing@spektrum.com
Vertrieb und Abonnementverwaltung: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, c/o Zenit Pressevertrieb GmbH, Julius-Hölder-Str. 47, D-70597 Stuttgart, Vertretungsberechtigter: Uwe Bronn
Bezugspreise: Einzelheft: € 6,50, Jahresabonnement Inland (10 Ausgaben): € 56,–, Jahresabonnement Ausland: € 61,–, Jahresabonnement ermäßigt Inland (gegen Schüler- oder Studentennachweis): € 50,–, Jahresabonnement ermäßigt Ausland (gegen Schüler- oder Studentennachweis): € 55,–. Zahlung sofort nach Rechnungserhalt. Konto: 22 706 708, Postbank Stuttgart (BLZ 600 100 70). Die Mitglieder der Vereinigung der Sternfreunde e. V. (VdS) erhalten ASTRONOMIE HEUTE zum gesonderten Mitgliedsbezugspreis.
Anzeigen/Druckunterlagen: VMS Limperg Verlags- & MedienService, Sudetenstraße 16, D-63486 Bruchköbel, Tel.: 06181 729-04, Fax: 06181 729-84, E-Mail: f.limperg@limperg.de
Anzeigenpreise: Zurzeit gilt die Preisliste Nr. 4 vom 1. November 2005.
Gesamtherstellung: Westermann Druck GmbH, D-38104 Braunschweig

Sämtliche Nutzungsrechte an dem vorliegenden Werk liegen bei der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. Jegliche Nutzung des Werks, insbesondere die Vervielfältigung, Verbreitung, öffentliche Wiedergabe oder öffentliche Zugänglichmachung, ist ohne die vorherige schriftliche Einwilligung der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH unzulässig. Jegliche unautorisierte Nutzung des Werks berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bei jeder autorisierten (oder gesetzlich gestatteten) Nutzung des Werks ist die folgende Quellenangabe an branchenüblicher Stelle vorzunehmen: © 2005 (Autor), Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg. Jegliche Nutzung ohne die Quellenangabe in der vorstehenden Form berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

ISSN 1610-8728, www.astronomie-heute.de

Sky & Telescope (S & T) und Night Sky: Sky Publishing Corporation, 49 Bay State Road, Cambridge, MA 02138-1200, USA; President/ Publisher: Susan B. Lit; Editor in Chief: Richard Tresch Fienberg, Ph.D. ; Marketing Director: Marcy McCreary

Die Übersichts- und Ausschnittssternkarten von ASTRONOMIE HEUTE wurden mit Software und Designelementen von Roger W. Sinnott und Steven Simpson erstellt.

Wir übernehmen keine Haftung für die Inhalte externer Webseiten. Für den Inhalt der angegebenen Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.